

## Курс лекций по истории и философии науки. Общая информация.

Курс читает профессор Шипунова Ольга Дмитриевна.

Материалы к лекциям (аудиозаписи, дополнительная литература) [доступны по ссылке](#).

Учебное пособие по истории и философии науки: [ИБК СПбПУ](#).

Портал аспирантуры: [PORTASP SPBSTRU](#).

## Содержание

<b>1 Лекция 09.11.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>14</b>
1.1 Предмет философии науки. Исходные понятия . . . . .	17
1.2 Задачи философии науки . . . . .	19
1.3 Научная картина мира – Предмет философии науки . . . . .	20
1.4 Философские основания науки . . . . .	22
1.5 Уровни реальности в философской онтологии . . . . .	24
1.6 Онтологический статус исследуемого объекта . . . . .	25
1.7 Функциональные системы . . . . .	26
1.8 Соотношение позитивного научного и философского знания . . . . .	27
1.9 Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции . . . . .	28
1.10 Проблема начала науки . . . . .	29
1.11 Проблема периодизации предыстории современной науки . . . . .	30
1.12 Эволюция современной науки . . . . .	31
1.13 Исторический тип научной рациональности . . . . .	33
1.14 Глобальные научные революции . . . . .	35
<b>2 Лекция 16.11.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>37</b>
2.1 Предпосылки философии науки в Античную эпоху и новое время . . . . .	38
2.2 Становление теоретической мысли в Античности . . . . .	39
2.3 Проблема основания единства мира в Античной философии . . . . .	40
2.4 Развитие представлений о первоначале в милетской школе . . . . .	41
2.5 Первые концепции Античной науки . . . . .	42
2.6 Физика Аристотеля . . . . .	43
2.7 Вклад Аристотеля в философию науки . . . . .	44
2.8 Классификация наук Аристотеля . . . . .	45
2.9 Научное знание в эпоху поздней Античности . . . . .	46
2.10 Вклад в теоретическое знание Средневековой науки . . . . .	47
2.11 Натурфилософские концепции о строении мира . . . . .	48
2.12 Натурфилософия Платона . . . . .	50
2.13 Постулаты геоцентризма в поздней Античности . . . . .	51
2.14 Натурфилософия Христианского запада . . . . .	52
2.15 Натурфилософия и наука в Средние века . . . . .	53
2.16 Восточная наука в Средние века (3-10 вв) . . . . .	56
2.17 Натурфилософия эпохи Возрождения . . . . .	57

# СОДЕРЖАНИЕ

---

2.18	Предпосылки научной революции на рубеже XVII века . . . . .	58
2.19	Галилео Галилей (1564-1642) . . . . .	59
2.20	Новый стиль познания природных явлений . . . . .	60
2.21	Разработка математических методов описания физических движений . . . . .	61
2.22	Натурфилософия И. Ньютона . . . . .	62
2.23	Эмпиризм и рационализм нового времени . . . . .	63
2.24	Истинный метод науки в эмпиризме . . . . .	64
2.25	Метод индукции . . . . .	65
2.26	Истинный метод науки в рационализме . . . . .	66
2.27	Дедуктивный метод науки в рационализме . . . . .	67
2.28	Классическая наука . . . . .	68
<b>3</b>	<b>Лекция 23.11.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>69</b>
3.1	Критическая философия Иммануила Канта . . . . .	70
3.2	Учение Канта об априорных формах . . . . .	71
3.3	Учение Канта об идеях и антиномиях разума . . . . .	72
3.4	Антиномии разума, неизбежные в познании мира . . . . .	73
3.5	Георг Вильгельм Фридрих Гегель . . . . .	74
3.6	Логика развития и диалектический метод познания . . . . .	75
3.7	Понимание движения в диалектической логике Гегеля . . . . .	76
3.8	Развитие теории познания эмпиризма в XVIII в. . . . .	77
3.9	Философия науки в XIX в. . . . .	78
3.10	Становление философии позитивизма в середине XIX века . . . . .	79
3.11	Первый позитивизм (классический) . . . . .	80
3.12	Огюст Конт . . . . .	81
3.13	Джон Стюарт Милль . . . . .	82
3.14	Герберт Спенсер . . . . .	83
3.15	Второй позитивизм (эмпириокритицизм) . . . . .	84
3.16	Э. Max . . . . .	85
3.17	Р. Авенариус . . . . .	86
3.18	Третий позитивизм (неопозитивизм) . . . . .	87
3.19	Методологический принцип верификации . . . . .	91
3.20	Методологический принцип конвенционализма . . . . .	92
3.21	Методологический принцип физикализма . . . . .	93
3.22	Язык – знаковая система . . . . .	94
3.23	Проблемы семантики . . . . .	96
<b>4</b>	<b>Лекция 30.11.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>97</b>
4.1	Постпозитивистские концепции в философии науки . . . . .	98
4.2	Критический рационализм Карла Поппера . . . . .	99
4.3	Научное знание . . . . .	102
4.4	Концепция исследовательских программ Имре Лакатос . . . . .	103
4.5	Эвристика . . . . .	104

# СОДЕРЖАНИЕ

---

4.6	«Историческая школа» в постпозитивизме. Томас Кун . . . . .	105
4.7	Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда . . . . .	108
4.8	Философские концепции динамики науки . . . . .	110
4.9	Проблема инноваций и преемственности в развитии науки. Джеральд Холтон	111
4.10	Концепция тематических структур (траекторий) Дж. Холтон . . . . .	112
4.11	Эволюционистская концепция науки. Стивен Тулмин . . . . .	113
4.12	Эволюция концептуальных структур . . . . .	114
4.13	Концепция личностного знания . . . . .	115
4.14	Психологические аспекты научной деятельности . . . . .	116
<b>5</b>	<b>Лекция 07.12.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>122</b>
5.1	Проблема механизма развития научной деятельности в философии науки . . . . .	123
5.2	Положения интернализма . . . . .	124
5.3	Положения экстернализма . . . . .	125
5.4	Концепции социологии науки . . . . .	126
5.5	Программа «дискурс-анализа» Майкл Малкей . . . . .	127
5.6	Концепция идеальных типов Макса Вебера . . . . .	128
5.7	Принцип отнесения к ценности в концепции М. Вебера . . . . .	129
5.8	Концепция коммуникативной рациональности Юрген Хабермас . . . . .	130
5.9	Наука как социальный институт . . . . .	131
5.10	История становления форм научной коммуникации . . . . .	132
5.11	Становление социальных институтов науки . . . . .	134
5.12	Развитие университетов . . . . .	135
5.13	Большая наука . . . . .	136
5.14	Наука – производительная сила общества . . . . .	137
5.15	Инновационная деятельность . . . . .	138
5.16	Инновационная политика . . . . .	139
5.17	Модели инновационного развития . . . . .	140
5.18	Модели научно-технического развития в государственной политике . . . . .	141
5.19	Проблема ценности научно-технического прогресса . . . . .	142
5.20	Биоэтика . . . . .	144
5.21	Экофилософия . . . . .	145
<b>6</b>	<b>Лекция 14.12.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>147</b>
6.1	Междисциплинарные взаимодействия в истории науки XX в. . . . .	148
6.2	Развитие системных представлений в генетике начала XX в . . . . .	149
6.3	Проблема синтеза классической генетики и эволюционной теории в биологии	150
6.4	Междисциплинарный статус кибернетики в системе современной науки . . . . .	151
6.5	Науки о сложных системах. История кибернетики . . . . .	152
6.6	Основные понятия кибернетики . . . . .	153
6.7	Законы кибернетики . . . . .	156
6.8	Функциональный подход. Концептуальные основания . . . . .	157
6.9	Теория функциональной системы академика П.К. Анохина . . . . .	158

# СОДЕРЖАНИЕ

---

6.10	Функциональный подход. Информация и управление . . . . .	159
6.11	Информационная парадигма . . . . .	160
6.12	Информационные модели причинно-следственной связи . . . . .	161
6.13	Ключевые понятия информационной парадигмы . . . . .	162
6.14	Развитие системного подхода . . . . .	163
6.15	Основные понятия синергетики . . . . .	164
6.16	Нелинейность . . . . .	165
6.17	Принципы синергетики . . . . .	167
6.18	Картина эволюции системы . . . . .	168
6.19	Синергетика. Нелинейные структуры . . . . .	170
<b>7</b>	<b>Лекция 21.12.2023 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>171</b>
7.1	Научная картина мира . . . . .	172
7.2	Функции научной картины мира в развитии знания . . . . .	173
7.3	Исторические этапы в эволюции научной картины мира . . . . .	174
7.4	Базовые понятия Механической картины мира . . . . .	175
7.5	Базовые понятия Электродинамической картины мира . . . . .	176
7.6	Базовые понятия Квантовой картины мира . . . . .	178
7.7	Квантовая теория . . . . .	179
7.8	Квантово-полевая картина мира . . . . .	180
7.9	Современный квантовый атомизм . . . . .	181
7.10	Проблемы квантово-полевой картины мира . . . . .	183
7.11	Проблема природы квантовых явлений . . . . .	184
7.12	Идея эволюции в физической картине мира. Антропный принцип . . . . .	185
7.13	Концепции «тонкой подстройки Вселенной» . . . . .	186
7.14	Современная научная картина мира . . . . .	187
7.15	Характеристика наблюдаемых структур . . . . .	188
7.16	Синергетическая картина мира . . . . .	189
7.17	Глобальный эволюционизм . . . . .	191
7.18	Теоретические посылки глобального эволюционизма . . . . .	192
7.19	Уровни материальной самоорганизации . . . . .	193
7.20	Концепции о строении и эволюции мегамира . . . . .	194
7.21	Релятивистская модель стационарной Вселенной А. Эйнштейна . . . . .	195
7.22	Модели нестационарной Вселенной . . . . .	196
7.23	Концепции горячей и холодной Вселенной. Теория Большого Взрыва . . . . .	197
7.24	Наглядная картина эволюции Вселенной . . . . .	198
7.25	Метагалактика. Наша галактика Млечный путь. Солнце . . . . .	199
7.26	Движение Солнца в пространстве Вселенной. Космические циклы . . . . .	200
<b>8</b>	<b>Лекция 01.02.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>201</b>
8.1	Методология развития научного знания . . . . .	202
8.2	Интеллектуальные ресурсы динамики науки . . . . .	203
8.3	Формы развития знания . . . . .	204

# СОДЕРЖАНИЕ

---

8.4	Характеристика проблемы как формы развития знания . . . . .	205
8.5	Требования к постановке проблемы . . . . .	206
8.6	Роль мнимых проблем в динамике науки . . . . .	207
8.7	Общие критерии обоснованности гипотезы . . . . .	208
8.8	Критерий истины в практике обоснования гипотез . . . . .	209
8.9	Методы фактического обоснования гипотез . . . . .	210
8.10	Моделирование как метод фактического обоснования гипотез . . . . .	211
8.11	Функции модели в проверке гипотез . . . . .	212
8.12	Практика логического обоснования гипотез. Структура аргументации . . . . .	213
8.13	Формы аргументации . . . . .	214
8.14	Аргументация и доказательство . . . . .	215
8.15	Умозаключения по аналогии на основании сходства признаков . . . . .	216
8.16	Эвристические функции аналогии . . . . .	217
8.17	Примеры рассуждений по аналогии . . . . .	218
8.18	Индуктивные умозаключения . . . . .	219
8.19	Научная индукция как форма аргументации . . . . .	220
8.20	Примеры рассуждений по индукции . . . . .	222
8.21	Виды косвенного обоснования . . . . .	224
8.22	Цель аргументации . . . . .	225
8.23	Логическое обоснование гипотез . . . . .	226
8.24	Гипотетико-дедуктивный метод в развитии научного знания . . . . .	227
8.25	Мысленный эксперимент как способ проверки гипотез . . . . .	228
8.26	Практика конструктивного обоснования . . . . .	229
8.27	Законы логики . . . . .	230
8.28	Закон тождества . . . . .	231
8.29	Закон противоречия . . . . .	232
8.30	Закон исключенного третьего . . . . .	233
8.31	Закон достаточного основания . . . . .	234
8.32	Примеры нарушения законов тождества и противоречия . . . . .	236
8.33	Примеры нарушения закона достаточного основания . . . . .	237
8.34	Критика и опровержение . . . . .	238
8.35	Критика тезиса . . . . .	239
8.36	Критика аргументов . . . . .	240
8.37	Правила и логические ошибки в процедурах обоснования и опровержения .	241
<b>9</b>	<b>Лекция 04.03.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>242</b>
9.1	Философия естествознания . . . . .	242
9.2	Сфера научного познания . . . . .	243
9.3	Предмет философии естествознания . . . . .	244
9.4	Базовые модели естественнонаучного объяснения . . . . .	246
9.5	Каузальные модели в постнеклассической науке . . . . .	248
9.6	Характеристика исторических типов научной рациональности . . . . .	250
9.7	Интеллектуальные практики объяснения и обоснования . . . . .	251

# СОДЕРЖАНИЕ

---

9.8	Форма научного обоснования . . . . .	252
9.9	Логика объяснения . . . . .	253
9.10	Логика понимания . . . . .	255
9.11	Методология развития естественнонаучного знания . . . . .	256
9.12	Представление о продуктивном мышлении . . . . .	257
9.13	Методы активизации поиска решения . . . . .	258
9.14	Матрица идей Г.Буша . . . . .	261
9.15	Интенсивные эвристические методы ТРИЗ . . . . .	262
9.16	Психологические методы активизации творчества . . . . .	263
9.17	Проблема самоорганизации в продуктивной деятельности . . . . .	266
<b>10</b>	<b>Лекция 18.03.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>267</b>
10.1	История классической системы естествознания . . . . .	267
10.2	Краткая история естественнонаучных дисциплин . . . . .	269
10.3	Натурфилософия – первая система естествознания . . . . .	270
10.4	Краткая история натурфилософии как системы естествознания . . . . .	271
10.5	Направления научной мысли в XVII в. . . . .	272
10.6	Разработка математических методов описания физических движений . . . . .	273
10.7	Натурфилософия Рене Декарта – Картезианская физика . . . . .	274
10.8	Принцип психофизического дуализма Декарта . . . . .	275
10.9	Натурфилософия И. Ньютона . . . . .	276
10.10	Классическая механика И. Ньютона . . . . .	277
10.11	Два принципа взаимодействия в описании движений – Ньютоновская и Картезианская физика . . . . .	278
10.12	Мировоззренческие принципы точного экспериментального естествознания	279
10.13	Методологические принципы точного экспериментального естествознания	280
10.14	Принцип механической редукции . . . . .	281
10.15	Принцип детерминизма . . . . .	282
10.16	Оформление классической системы естествознания в XIII в. . . . .	283
10.17	Математика и естествознание в XVIII в. . . . .	284
10.18	Вариационный принцип Лагранжа-Гамильтона . . . . .	285
10.19	Математика и астрономия XIII в. . . . .	286
10.20	Проблемы в естествознании XVIII в. . . . .	287
10.21	Открытия в естествознании XVIII в. . . . .	288
10.22	Гипотезы о природе электрических явлений в XVIII в. . . . .	289
10.23	Теория электростатики и электродинамики в XVIII в. . . . .	290
10.24	Основания химии в XVIII в. – Теория горения вещества . . . . .	291
10.25	Корпускулярная теория строения вещества . . . . .	292
10.26	Развитие теоретических представлений в химии XIX-XX вв. . . . .	293
10.27	Основные тенденции в развитии теоретической химии . . . . .	294
10.28	Концепции химической кинетики . . . . .	295
10.29	Представление о химической эволюции в естествознании . . . . .	296
10.30	Биохимия . . . . .	297

# СОДЕРЖАНИЕ

---

10.31 Молекулярная биология . . . . .	298
10.32 Биохимия живой клетки . . . . .	299
10.33 Роль воды в биохимических процессах . . . . .	300
10.34 Нейрохимия . . . . .	301
10.35 Нейрохимия в объяснении биологической эволюции . . . . .	302
<b>11 Лекция 25.03.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>303</b>
11.1 Система естествознания в XX веке . . . . .	303
11.2 Содержание лекции . . . . .	304
11.3 Общая характеристика развития естествознания в XX веке . . . . .	305
11.4 Стандарт логически строгой теории . . . . .	306
11.5 Принципы теоретического естествознания . . . . .	307
11.6 Теоретическая физика создаёт новые абстракции . . . . .	308
11.7 Специальная теория относительности (СТО) . . . . .	309
11.8 Постулаты теории относительности . . . . .	310
11.9 Следствия специальной теории относительности . . . . .	311
11.10 Релятивистская динамика . . . . .	312
11.11 Общая теория относительности (ОТО) . . . . .	313
11.12 Теория строения атома . . . . .	315
11.13 Физика высоких энергий . . . . .	316
11.14 Теория радиоактивного распада . . . . .	317
11.15 Закон радиоактивного распада . . . . .	318
11.16 Физика элементарных частиц . . . . .	319
11.17 Антивещество . . . . .	320
11.18 Физика микромира . . . . .	321
11.19 Стандартная модель строения микромира . . . . .	322
11.20 Квантовая теория . . . . .	323
11.21 Квантовая теория поля . . . . .	324
<b>12 Лекция 01.04.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>325</b>
12.1 Развитие теоретической биологии в XX веке . . . . .	325
12.2 Содержание . . . . .	326
12.3 Основные направления биологии в ХХ в. . . . .	327
12.4 Предыстория генетики . . . . .	328
12.5 Гипотезы о природе наследственности . . . . .	329
12.6 Гипотеза идиоплазмы К.Нечели . . . . .	330
12.7 Законы наследственности Г.Менделя . . . . .	331
12.8 Концептуальная основа классической генетики . . . . .	332
12.9 Краткая история генетики . . . . .	333
12.10 Концепции классической генетики . . . . .	334
12.11 Хромосомная теория наследственности . . . . .	335
12.12 Хромосомная теория наследственности Т.Х.Моргана . . . . .	336
12.13 Неоклассический период в развитии генетики . . . . .	337

# СОДЕРЖАНИЕ

---

12.14 Неоклассический период – популяционная генетика С.С. Четвериков . . . . .	338
12.15 Основные положения популяционной генетики . . . . .	339
12.16 Теория мутаций . . . . .	340
12.17 Типы мутаций . . . . .	341
12.18 Проблема структуры гена . . . . .	342
12.19 Современный этап в развитии генетики . . . . .	343
12.20 Молекулярная биология . . . . .	344
12.21 Молекулярный механизм передачи наследственной информации . . . . .	345
12.22 Формы естественного отбора . . . . .	346
12.23 Системные принципы объяснения биологической эволюции . . . . .	347
12.24 Классическая популяционно-генетическая модель биологической эволюции	348
12.25 Эпигенетический подход в объяснении биологической эволюции . . . . .	349
12.26 Системные принципы объяснения биологической эволюции . . . . .	351
12.27 Неуглеродная форма жизни . . . . .	352
<b>13 Лекция 08.04.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>353</b>
13.1 Эволюция физического и органического мира Земли в естествознании . . . . .	353
13.2 Концепция о происхождении Солнечной системы шведских астрономов . . . . .	354
13.3 Физические характеристики Солнца . . . . .	355
13.4 Основной спектр солнечной радиации . . . . .	356
13.5 Солнечная система . . . . .	357
13.6 Физические характеристики Земли . . . . .	358
13.7 Геомагнитное поле . . . . .	359
13.8 Электромагнитное поле Земли . . . . .	360
13.9 Строение Земли . . . . .	362
13.10 Эволюция макромира Земли . . . . .	366
13.11 Эволюция физического мира Земли . . . . .	367
13.12 Концепции о строении и эволюции земной коры (литосфера)	368
13.13 Концепция глобальной тектоники . . . . .	369
13.14 Геохимическая концепция эволюции Земли . . . . .	370
13.15 Биогенная миграция элементов . . . . .	371
13.16 Живое вещество в эволюции Земли. Закон Вернадского . . . . .	372
13.17 Техногенные аномалии . . . . .	373
13.18 Геохимические этапы Эволюции физического мира . . . . .	374
13.19 Органический мир Земли на основе углеводородных соединений . . . . .	375
13.20 Условия Химической эволюции . . . . .	376
13.21 Биохимическая эволюция . . . . .	377
13.22 Этапы биохимической эволюции . . . . .	379
13.23 Переход к биологической эволюции органического мира Земли . . . . .	380
13.24 Переход к эволюции многоклеточных структур . . . . .	381
13.25 Общая картина биологической эволюции . . . . .	382
13.26 Эволюция животных организмов . . . . .	383
13.27 Проблема жизни в современном естествознании . . . . .	384

# СОДЕРЖАНИЕ

---

13.28 Определение сущности жизни . . . . .	385
13.29 Необходимые условия жизни на Земле . . . . .	386
13.30 Концепции о происхождении жизни . . . . .	388
13.31 Эволюционизм . . . . .	389
13.32 Концепция биогенеза . . . . .	390
13.33 Концепция абиогенеза . . . . .	391
13.34 Коацерватная гипотеза А.И.Опарина . . . . .	392
13.35 Генетические гипотезы о переходных структурах . . . . .	393
13.36 Абиогенная концепция происхождения жизни . . . . .	394
<b>14 Лекция 15.04.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>395</b>
14.1 Концепции о природе и эволюции человека в естествознании . . . . .	395
14.2 Генетические основания происхождения человека . . . . .	396
14.3 Физиология человека как результат биологической эволюции . . . . .	397
14.4 Систематическое положение человека . . . . .	398
14.5 Почему именно обезьяны? . . . . .	399
14.6 Этологические доказательства . . . . .	400
14.7 Эволюция приматов . . . . .	401
14.8 Эволюция вида Homo Sapiens . . . . .	406
14.9 Концепции о происхождении человека в современном естествознании . . . . .	408
14.10 Эволюция мозга . . . . .	409
14.11 Эволюционное изменение мозга у палеоантропа – увеличение лобных долей	412
14.12 Современная биология о строении и эволюции мозга . . . . .	413
14.13 Нейроны головного мозга . . . . .	414
14.14 Так выглядит нейрон . . . . .	415
14.15 Иллюзии моделирования мозга . . . . .	417
14.16 Защита мозга . . . . .	419
14.17 Мозг и Нервная система организма . . . . .	423
14.18 Психофизиология человека. И.П.Павлов . . . . .	424
14.19 Первая и вторая сигнальные системы и их взаимодействие . . . . .	425
14.20 Развитие головного мозга . . . . .	427
<b>15 Лекция 22.04.2024 (Шипунова О.Д.)</b>	<b>428</b>
15.1 Философские аспекты информатики. Экспертное знание и экспертные со-общества . . . . .	428
15.2 Содержание . . . . .	429
15.3 Предмет информатики . . . . .	430
15.4 Различие предмета информатики и кибернетики . . . . .	431
15.5 Развитие информатики в конце XX в. . . . .	432
15.6 Главные проблемы современной информатики . . . . .	433
15.7 Философские аспекты Информатики . . . . .	434
15.8 Особенности компьютерной революции . . . . .	435
15.9 Компьютерная этика . . . . .	437

# СОДЕРЖАНИЕ

---

15.10 Системы искусственного интеллекта . . . . .	438
15.11 Философские аспекты развития систем ИИ . . . . .	439
15.12 Интернет и киберпространство . . . . .	440
15.13 Виртуальная реальность . . . . .	441
15.14 Ловушки и опасности киберпространства . . . . .	442
15.15 Значение новых технологий . . . . .	444
15.16 Проблема информационной безопасности . . . . .	445
15.17 Социальная информатика . . . . .	446
15.18 Принципы социальной информатики . . . . .	447
15.19 Моделирование и вычислительный эксперимент . . . . .	448
15.20 Особенности имитационного моделирования . . . . .	450
15.21 Принципы и этапы имитационного моделирования . . . . .	451
15.22 Научное знание в информационном обществе . . . . .	452
15.23 Экспертные системы и экспертные сообщества . . . . .	453
15.24 Экспертное сообщество . . . . .	454
15.25 Отношение к экспертному знанию. Роль эксперта . . . . .	455
15.26 Специфика профессиональных взаимодействий в сетевом укладе . . . . .	456
15.27 Функции инженера . . . . .	457
<b>Список литературы (блок физмат наук)</b>	<b>458</b>
<b>Список литературы (блок технических наук)</b>	<b>462</b>
<b>Вопросы к зачёту и экзамену</b>	<b>464</b>
<b>Общие проблемы философии науки. Зачёт</b>	<b>468</b>
(1) Предмет философии науки (определение содержания термина «наука», различие научного и вненаучного знания, критерии научного знания, специфика науки как сферы деятельности). . . . .	468
(2) Философские основания науки . . . . .	469
(3) Соотношение позитивного научного и философского знания . . . . .	470
(4) Основные стадии эволюции науки как системы познавательной деятельности: преднаука и развитая наука; классическая, неклассическая, постнеклассическая наука. . . . .	471
(5) Предпосылки философии науки в Античную эпоху и Новое время (умозрительные методы познания и классификации наук по Аристотелю, натурфилософские концепции о строении мира, истинный метод науки в эмпиризме и рационализме, Ф. Бэкон, Р. Декарт). . . . .	472
(6) Позитивистские концепции в философии науки. Демаркация науки и философии (О. Конт, Г. Спенсер, Дж. Милль). Эмпириокритицизм о структуре опыта (Р. Авенариус, Э. Мах). . . . .	473

# СОДЕРЖАНИЕ

---

(7) Неопозитивистская концепция науки: принципы верификации, конвенционализма, физикализма. Логический позитивизм о структуре опыта и языке науки. . . . .	474
(8) Концепции постпозитивизма. Критический рационализм К. Поппера. . . . .	475
(9) Концепция исследовательских программ И. Лакатоса. . . . .	476
(10) Т. Кун об исторической динамике науки. . . . .	477
(11) Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда. . . . .	478
(12) Социология науки в постпозитивизме. Проблема интернализма и экстернализма в понимании механизмов развития науки. . . . .	479
(13) Динамика науки как процесс порождения нового знания. Формы развития научного знания: проблема и гипотеза. . . . .	480
(14) Эмпирический уровень научного познания. Формы организации знания на эмпирическом уровне. Эмпирические методы. . . . .	481
(15) Теоретический уровень научного познания. Формы организации знания на теоретическом уровне. Теоретические методы. . . . .	482
(16) Методология обоснования. Научная форма обоснования. Законы логики и принципы аргументации. . . . .	483
(17) Методология развития научного знания. Требования к постановке проблем и обоснованию гипотез. . . . .	484
(18) Модели научного объяснения. (+ Объяснение, понимание, интерпретация как основание трансляции опыта науки, популяризации и развитии научного знания) . . . . .	485
(19) Исторические типы научной рациональности и научные революции . . . . .	486
(20) Особенности современного этапа развития науки. Междисциплинарные взаимодействия, общенаучные понятия, системная методология. . . . .	487
(21) Предпосылки формирования экофилософии (учение о биосфере и ноосфере В.И.Вернадского, русский космизм, Римский клуб о глобальных кризисах) . . . . .	488
(22) Принципы синергетики (теории самоорганизации) и универсальный эволюционизм в формировании современной научной картины мира. . . . .	489
(23) Отношение общества к науке. Сциентизм и антисциентизм . . . . .	490
(24) Этапы развития науки как социального института. . . . .	491
(25) Место и роль науки в культуре техногенной цивилизации. Проблема ценности научно-технического прогресса. . . . .	493
<b>Кандидатский экзамен</b>	<b>494</b>
<b>Философские проблемы естествознания. Общие</b>	<b>495</b>
(1) Предмет философии естествознания. . . . .	495
(2) Онтологические проблемы естествознания. . . . .	497
(3) Теоретико-познавательные и методологические аспекты естествознания. . . . .	499
(4) Базовые модели естественнонаучного объяснения. . . . .	501
(5) Первая система естествознания – натурфилософия: познавательная установка, метод, круг проблем. . . . .	503

# СОДЕРЖАНИЕ

---

(6) Мировоззренческие и методологические принципы классического естествознания. Динамический детерминизм. Выявление границ механического объяснения на рубеже 20в. . . . .	504
(7) Философские и теоретические основания химии как предметной области естествознания. . . . .	508
(8) Идеалы теоретического естествознания. Принципы построения логически строгой теории. Высшая математика и естествознание. . . . .	511
(9) Методологические установки в создании теоретической физики. СТО и становление релятивистской физики. . . . .	514
(10) Мировоззренческое значение общей теории относительности. . . . .	515
(11) Философские аспекты квантовой теории. Проблема индетерминизма. . . . .	517
(12) Философские проблемы теоретической биологии. Принципы наследственности и изменчивости в становлении генетики. . . . .	520
(13) Проблемы концептуального синтеза генетики и теории эволюции. . . . .	526
(14) Эволюционная биология – проблема естественного отбора и механизмов биоэволюции. . . . .	529
(15) Междисциплинарные стратегии в естествознании XXв. Функциональный, системный, информационный подходы. . . . .	533
(16) Синергетическая парадигма: основные понятия и принципы. Теория самоорганизации. . . . .	534
(17) Научная картина мира и философские проблемы естествознания. Проблемы физической картины мира (механической, электродинамической, квантовой). . . . .	535
(18) Идея эволюции и концепция тонкой подстройки в физической картине мира. . . . .	538
(19) Междисциплинарные принципы в формировании естественнонаучной картины мира (системность и самоорганизация). . . . .	539
(20) Глобальный эволюционизм – новая натурфилософская позиция в системе современного естествознания. Картина мира в глобальном эволюционизме. . . . .	541
<b>Философские проблемы физики</b>	<b>544</b>
(1) Место физики в системе естественных наук. . . . .	544
(2) Философские проблемы становления концепций теоретической физики. Теория относительности. Теория строения атома и физика элементарных частиц. . . . .	545
(3) Онтологические проблемы физики. . . . .	546
(4) Физический вакуум и поиск единой теории. . . . .	547
(5) Проблема пространства и времени. . . . .	548
(6) Проблема детерминизма. Индетерминизм в квантовой механике. . . . .	549
(7) Квантовая механика и объективность научного знания. Проблема природы квантовых явлений. . . . .	550
(8) Системные идеи в физике. . . . .	551
(9) Теоретические и эмпирические основания биофизики. . . . .	552
(10) Представление о квантовом компьютере. . . . .	553
(11) Основания и концептуальная структура современных астрофизических теорий. . . . .	554

## СОДЕРЖАНИЕ

- (12) Изменение представлений о характере физических законов в связи с концепцией «Большого взрыва» в космологии и формированием синергетики. . . . 555

# История и философия науки

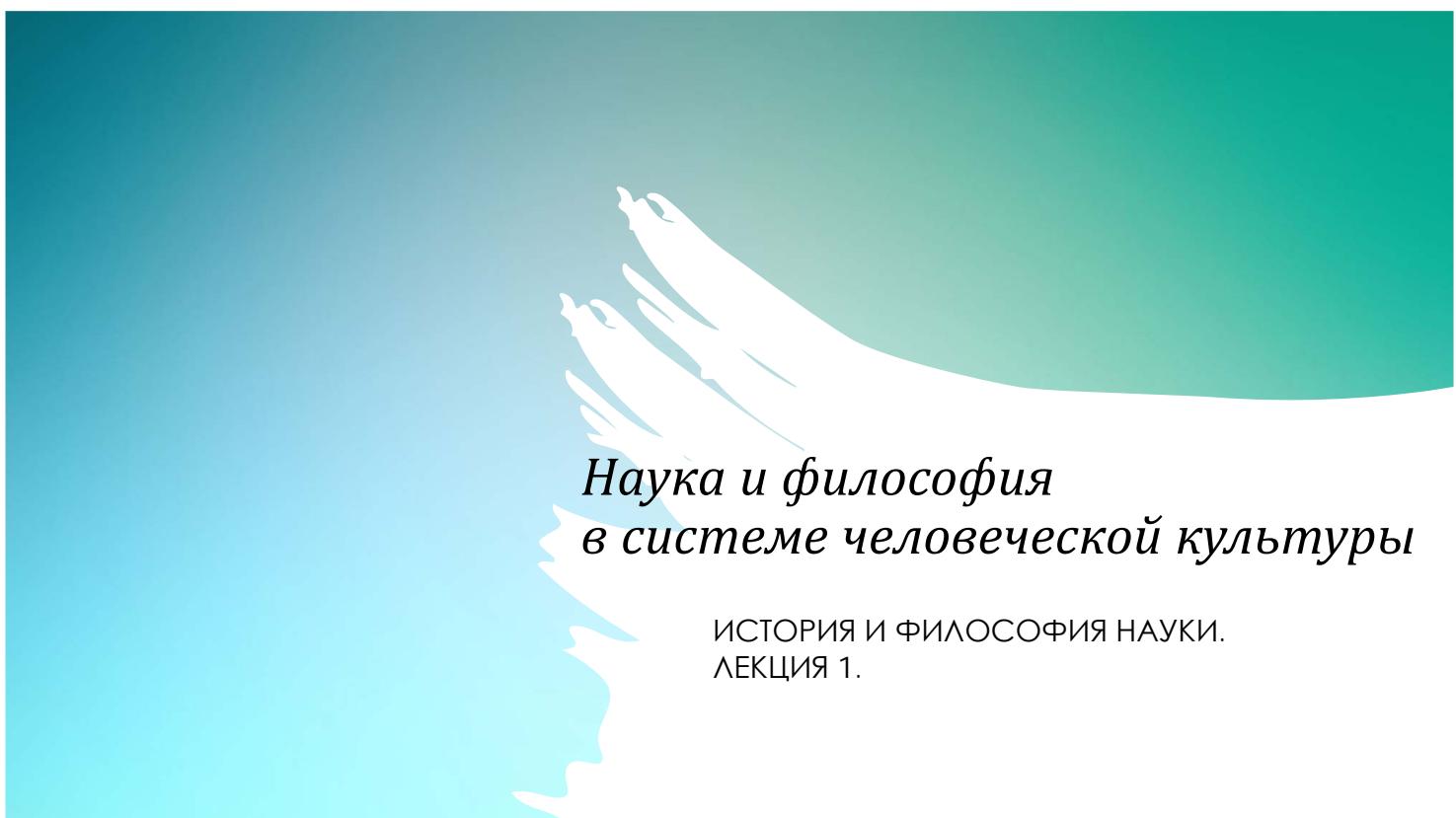
## Конспект лекций

Муравцев А.А.<sup>1</sup>

Шипунова О.Д.<sup>2</sup>

13 сентября 2024 г.

### 1 Лекция 09.11.2023 (Шипунова О.Д.)



*Наука и философия  
в системе человеческой культуры*

ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ.  
ЛЕКЦИЯ 1.

<sup>1</sup>конспектирует; email: almuravcev@yandex.ru

<sup>2</sup>лектор. Аудиозаписи лекций [доступны по ссылке](#).

## *Введение*

- Примерный порядок изучения дисциплины «История и философия науки»
- В 1-м семестре изучаются темы разделов
  - **Часть 1. Общие проблемы философии науки**
- Во 2-м семестре изучаются темы разделов
  - **Часть 2. Философские проблемы конкретной научной области (по направлению подготовки)**
    - Философские проблемы естествознания
    - Философские проблемы технических наук
    - Философские проблемы социогуманитарных наук
- Исходные требования к освоению дисциплины.
  - Освоение ключевых понятий и концепций в соответствии с темами I части курса «Общие проблемы философии науки»
- Формы контроля работы аспиранта
  - Сообщение-доклад по вопросам темы семинара в течение семестра.
  - Зачетные требования :
    - Письменно ответить на 30 вопросов - объем 1 страница на 1 вопрос.
    - Отчет по 1-5 первоисточникам (в устной форме, в письменной форме, в виде презентация)
- Рекомендации:
  - аспирант может использовать для сообщения на семинаре произведение из списка первоисточников по истории и философии науки,
  - выбор аспиранта согласовывается с ведущим дисциплину преподавателем

## *Содержание*

- Введение
- Предмет философии науки
- Философские основания науки
- Соотношение позитивного научного и философского знания
- Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции
- Исторический тип научной рациональности
- Глобальные научные революции
- Специфика научного познания.

Чем занимается философия науки? И чем она полезна для других наук? Почему возникает коллизия между позитивным научным знанием (позитивизмом) и философией?

*Предмет философии науки*

## 1.1 Предмет философии науки. Исходные понятия

### Исходные понятия

- Термин **наука** (от лат. *scientia* – знание) как часть культуры - сохраняемое в социуме совокупное знание.
  - Греческие аналоги термина «знание» – **эпистема, гносиc** – представлены в названии направления философских исследований – теории познания (эпистемологии, гносеологии).
- Современное понимание
  - **Наука – динамичная система объективных истинных знаний о существующих связях действительности, получаемых в результате специфической общественной деятельности и превращаемых в непосредственную практическую силу общества.**
- **Научная рациональность**
  - подчеркивает особый язык, причинные модели объяснения явлений, строгую форму логического и фактического обоснования утверждений и концепций.
- **Научное знание** –
  - Специфически организованная система объективного знания
    - отвечает определенным критериям: предметности, воспроизводимости, объективности, обоснованности, полезности.
    - фундаментальная база технологических инноваций
- **Научный дискурс – язык описания явлений**
  - представлен четко определенными понятиями,
  - построен в соответствии с признанными принципами объяснения, каноном научной рациональности.
  - абстрагирован от эмоциональных и субъективных оценок.

Философия работает с категориями, а категория – это предельно общее понятие. По аналогии в физике используем понятие материя и при этом не сосредотачиваемся на том, что это такое (каким образом она выражается). Как только вы начинаете её конкретизировать, то вы начинаете исследовать структуру материи и так далее.

Категории составляют основной предмет философии.

Когда мы говорим о философии науки (у нас такая достаточно прикладная дисциплина с точки зрения философии), т.е. как философия совмещается с научным познанием. И мы сталкиваемся с достаточно общим понятием – самим термином наука.

И термин наука оказывается достаточно универсальным, так как мы конкретно не говорим ни о физических, ни о математических науках, а говорим в общем (не конкретизируем). И от того, как мы сформулируем термин наука, к ней будет привязана и история самой науки.

Есть много определений термина наука. Здесь представлено развёрнутое определение, которое характеризует современную науку и как систему знаний, и как специфически организованную познавательную деятельность, и как непосредственную производительную силу общества (наукоёмкие технологии, научно-производственные объединения).

К началу XX века наука о познании природы создала такой мощный потенциал знания, что весь XX век этот потенциал воплощается в железо.

Ранее тоже были примеры воплощения накопленного потенциала в железо: XVIII век – век часов – на основе теории математического маятника; XIX век – век паровых машин

и потом уже электрических.

В русском языке термин наука не совпадает с термином знание, а в греческом и латинском совпадают.

В греческом языке гносеология – это знание с точки зрения его движения, а эпистема – это знание с точки зрения его структуры.

В советское время был распространён термин гносеология как теория познания. А сейчас очень модный термин эпистема или эпистемология – учение о структурах знания. Это характерно для современной технологической культуры, особенно если мы берём кибернетику, искусственный интеллект, то для них как раз актуально учение о структурах знания – как они сохраняются, понимаются, накапливаются и как знание генерируется. Эти вопросы являются и философскими вопросами.

Научное знание – объективное знание, т.е. не зависит от конкретного учёного, а существует как объективная истина.

Вопрос: когда вы читаете учебник, то вы верите ему или считаете, что это объективная истина? Что больше? Верим науке? Или понимаем? Это ещё 1 аспект философский дискуссий – философская вера. Можно верить в знание.

Научное знание обладает своим собственным концептуальным языком построения.

В научном дискурсе даже больше чем в философии требуется точность определений. Давайте договоримся о словах. Но дать точное определение далеко не всегда возможно. Поэтому на защите важно, чтобы оппоненты вас поняли. Одни и те же формулировки можно понимать по разному.

До сих пор никто не дал точного определения электричеству. Но можно заменить определение демонстрацией явления. Электричество и магнетизм сначала фиксировали чисто опытным путём.

## 1.2 Задачи философии науки

### *Задачи философии науки*

- Предметная область философии науки
  - познавательные стратегии и методы науки,
  - ценности науки,
  - критерии ее отличия от других форм постижения мира (искусства, философии, религии, практики)
  - наука как социокультурный феномен.
  - согласование научного дискурса и научного метода познания
    - с мировоззрением культурно-исторической эпохи
    - с категориальным строем обыденного сознания
- Задачи философии науки
  - Концептуальный анализ развития конкретно-научного знания,
  - Анализ общих проблем эволюции научной мысли;
  - Анализ идеала научной рациональности,
  - Анализ оснований, принципов и методов развития научного знания;
  - Обоснование перестройки нормативных структур науки и картины реальности.
  - Выявление взаимосвязи теоретических, методологических, мировоззренческих установок в развитии научного знания как целостной системы, погруженной в социальную и культурную среду, составляет специфику философии науки XXI в.

Наука как социокультурный феномен. Научное знание существует в социуме, только в социуме и не даётся с рождением человека. Поэтому в древней Индии люди, которые имели отношение к ведам, ведали (т.е. знали), считались дважды рожденными.

Наука представляет собой форму социальной памяти. Т.е. не генетической памяти, а именно социальной памяти.

Как согласовать научные методы и научные описания разных предметных областей? Как связать языки научных исследований с теми областями жизни, которые называются гуманитарными?

Задачи философии: как развивается конкретное научное знание (ситуация кризиса всегда разрешается выходом в некую более широкую область). Революция в физике и в химии: появление кислородной теории горения.

Когда будете читать первоисточники, то увидите, что философские проблемы науки задают не философы, а сами учёные.

Идеал научной рациональности как некая норма познавательной деятельности, в которую входят объяснение, обоснование, язык, изложение и так далее.

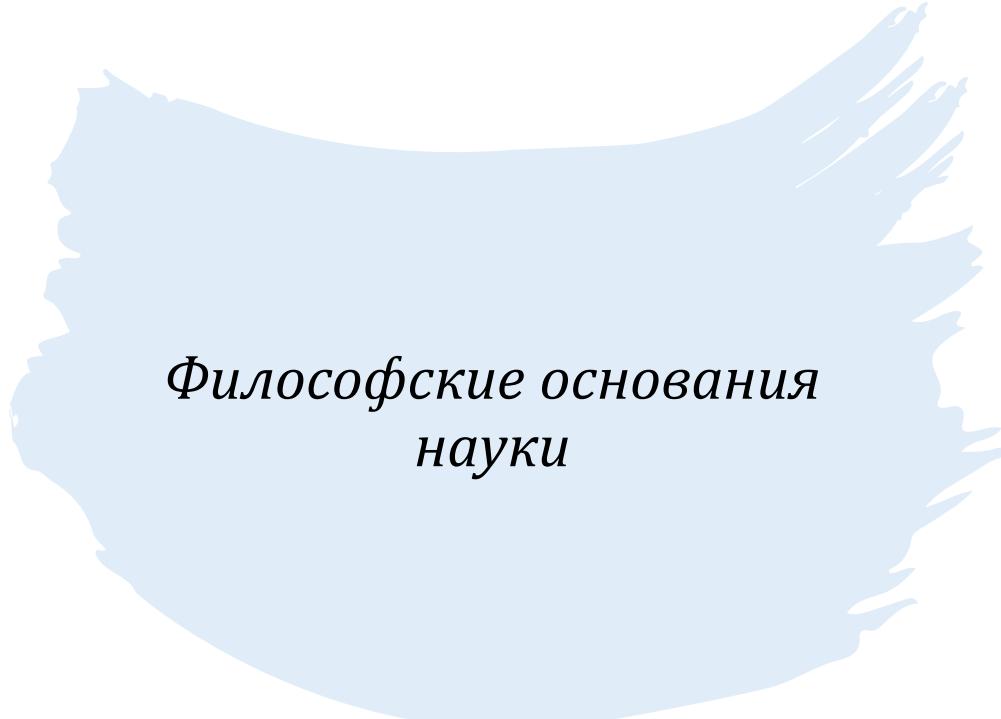
## 1.3 Научная картина мира – Предмет философии науки

### *Научная картина мира - Предмет философии науки*

- Научная картина мира, которая складывается в ходе развития естествознания, выполняет чрезвычайно важные социальные функции описания, объяснения, прогноза событий.
- С научными представлениями соотносятся мировоззренческие концепции в религии и философии.
- Вне научного мировоззрения трудно представить не только развитие современной техники и технологий, но и современную художественную литературу.
- Формирование общей картины мира необходимо для развития самой науки, главная цель которой – рост знания.
- До последнего времени научная картина мира формировалась на базе физических и космологических теорий.
- В конце ХХв. в создании научной картины мира особое значение приобрели общенаучные принципы системности, самоорганизации, эволюции.
  - В начале третьего тысячелетия эти принципы направляют интеграцию современного знания, полученного в различных областях науки, не только в естествознании, но и в социогуманитарной области.

Интеграция знания оказывается достаточно непростым, потому что знание постоянно растёт. Интеграция в научную картину мира (которая противопоставляется мифам, религии и так далее). Натурфилософия (или философия природы) формулирует 2 принципа интеграции научного знания. Как познать единство мира в его многообразии без помощи Бога, а только с помощью умозрения? Логическая культура обоснования – натурфилософия. Математическая натурфилософия – физика. Механика Ньютона (пространство и время).

Сейчас речь идёт о более глобальных категориях, например, самоорганизация.



*Философские основания  
науки*

## 1.4 Философские основания науки

- Философские основания науки не следует отождествлять с общим массивом философского знания.
- Наука использует в качестве обосновывающих структур лишь некоторые идеи и принципы философии.
- Философские принципы в основании науки
  - Онтологический принцип единства мира - как основание интеграции знания в научной картине мира
  - Гносеологический принцип детерминизма – как основание познавательных стратегий науки в описании закономерности явлений, установка исследования на поиск причинно-следственной связи.
    - Греческие термины: «онтос» – бытие, «гносис» – знание , «логос» - учение
    - Разделы философии : Онтология – учение о бытии, Гносеология- учение о познании
    - В современной философии науки распространен термин Эпистемология
    - Греческое слово «эпистема » обозначает систему научного знания

Философские основания науки – это некоторые позиции, которые относятся именно к познавательным процедурам. В системе науки большую интегрирующую роль играют только 2 принципа: единство мира (что именно изучает данная конкретная наука в общей единой системе) и принцип детерминизма (причинно-следственные связи; в мире есть только атомы и пустота и всё, что мы наблюдаем – это движение атомов в пустоте). Причинно-следственная связь является ключевой связью в формировании закономерности.

Механический взгляд: причины связаны чисто с механическими действиями сил.

Статистика: по другому трактуется причина – случайность.

В теории самоорганизации роль причины играет случайная флуктуация.

Причинно-следственная связь всегда должна быть, просто по-разному её трактуют.

*Философские основания науки включают две взаимосвязанные подсистемы категорий — предельно общих понятий*

- **Онтологические категории** используются для описания объективной и субъективной реальности
  - «пространство», «время», «материя», «состояние», «причинность», «необходимость», «случайность», «вещь», «свойство», «отношение», «сознание», «процесс»,
- **Гносеологические категории** используются в познавательных процедурах
  - например, «истина», «метод», «знание», «описание», «объяснение», «доказательство», «теория», «факт».

## 1.5 Уровни реальности в философской онтологии

### *Уровни реальности в философской онтологии*

- **Объективная реальность** - существующая независимо от наблюдателя, регистрируемого явления, регистрирующего прибора, мышления.
  - Например, Солнце существует объективно как звезда, атом - как мельчайшая частица химического элемента, сохраняющая его свойства. Что соответствует интерпретации материального объекта и его абстракции в виде материальной точки.
- **Феноменологическая реальность** - существование наблюдалемого или регистрируемого явления, причины которого могут быть скрытыми и неизвестными, а физический смысл не ясен.
  - Статус феномена относят также к уникальному явлению, которое не повторяется и не укладывается ни в какую закономерность.
- **Идеальный уровень реальности** - существование мысленных конструкций как самодостаточных и самостоятельных объектов в виде абстракций .
  - Например, идеальный газ, абсолютно черное тело. Идеализация позволяет рассматривать виртуально разные статусы исследуемого объекта в зависимости от угла зрения.
  - Абстрактный статус объектов в математических дисциплинах соотносится с математической реальностью.
  - Новые философские проблемы в научном познании появляются с распространением представлений об информационной и виртуальной реальности.

Объективная реальность (т.е. не зависящая от человеческого сознания группового или индивидуального) может включать и материальный уровень, и идеальный уровень.

А феноменологическая реальность фиксирует существование некоторого явления, закономерности которого не установлены, но зато ему можно дать описание (дискрипцию, как сейчас модно говорить).

## 1.6 Онтологический статус исследуемого объекта

### *Онтологический статус исследуемого объекта*

- Уточнение, в какой форме реальности укоренен познаваемый объект и в каком виде он существует (как структура, функция, свойство, отношение)
- Статус структура (или субстрат) может выступать в разных вариантах: как целое или система, как часть или элемент, как фундаментальная бесструктурная единица.
  - Поиск такой единицы в истории естествознания остается актуальной познавательной стратегией до сих пор, определяя горизонт поиска в физике элементарных частиц.
- Статус свойства позволяет выделить качественные уровни исследуемого через анализ: свойств единичного (элемента, структуры); свойств отношения (функциональные, информационные); свойств целого, или системы (системные свойства, структурно-функциональные).
- Статус отношения указывает на принцип взаимодействия и его виды,
  - например, 4 вида фундаментальных физических взаимодействий, новые информационные взаимодействия) и принципы (например, принцип дальнодействия и близкодействия в физике, принцип обратной связи в кибернетике).

Сейчас система науки настолько разнообразна, что может изучать не только конкретные вещи, но и эфемерные вещи (функции), которые исследуются отдельно. Основанием функциональных систем является не стабильная структура, а разнообразные структуры, которые соединяются в некий функциональный устойчивый цикл (например, круговорот живого вещества, круговорот воды). Сначала появились в биологии, теперь есть и в кибернетике.

## 1.7 Функциональные системы

### *Функциональные системы*

- Философская категория «отношение» выделяет функциональный аспект в существовании объекта, в котором принципиально важен характер системообразующих связей:
  - тотальная связность (сети),
  - направленная связь (эволюция),
  - соотносительная (синхронизм, ко-эволюция),
  - информационная, семантическая связь.
- Функция в современной науке может рассматриваться в качестве самостоятельного объекта исследования
  - закономерности обратной связи, координации, отражения, управления, корреляции, цикла.
- Статус функциональной системы предполагает устойчивое существование разных структур, связанных общей связью в единое целое.
  - Например, природная экосистема, объединяющая разные уровни живого вещества пищевой (трофической связью) в определенном ландшафте и климатической зоне (саванна, пустыня, лес, степь, озеро и т.п.). Условием сохранения жизненного пространства такой системы является устойчивый цикл обменных процессов.

Учёные практически всегда фиксируют проблемы через философскую позицию: фиксируются формы бытия (где, как и что есть).

*Соотношение позитивного  
научного и философского  
знания*

## 1.8 Соотношение позитивного научного и философского знания

- Формирование и трансформация философских оснований науки требует не только философской, но и специальной научной эрудиции исследователя.
- В настоящее время этот особый слой исследовательской деятельности обозначается как философия и методология науки.
- Обособление этой области связано с оформлением в XIX в. позитивизма, разграничившего область научного знания (практически полезного – позитивного) и область метафизических сущностей и понятий, противопоставив науку и философию.
- Однако значение мировоззренческих оснований науки вновь вышла на первый план в постпозитивизме и аналитической философии в связи с проблемами научного реализма и обоснования новых концепций и теорий.

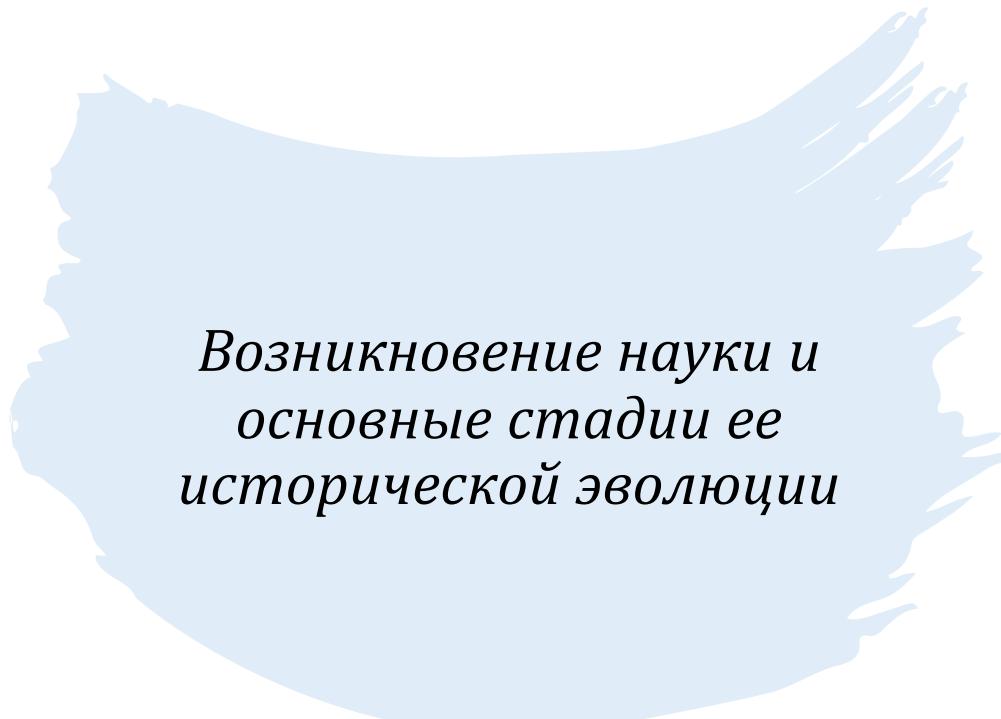
Почему различаются системы позитивного научного и философского знания?

Философия оперирует очень общими категориями и не имеет прямого практического применения. На чём и построена проблема демаркации (разделения научного и философского знания). Отрицание рациональной роли философии для науки.

В начале XIX века было заявлено, что наука и научное знание – это то, что может быть полезно человеку и которое приложимо. Сила знания проявляется таким образом, что позитивное знание считается ценным, полезным, приложимым, а философия – это метафизика, т.е. это рассуждения, которые не имеют смысла для науки и для человека (другими словами, её полезностью можно пренебречь).

К сожалению для первых позитивистов, окончательно разорвать связь с философией самим учёным тоже не удалось.

## 1.9 Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции



*Возникновение науки и  
основные стадии ее  
исторической эволюции*

## 1.10 Проблема начала науки

### Проблема начала науки

- В современной философии нет единого мнения в толковании научного знания. Ответ на вопрос о начале науки зависит от трактовки термина «наука». Существуют две крайние точки зрения.
- Согласно первой, термины «наука» и «знание» обозначают один социальный феномен.
- Наука (лат. scientia — знание) – любое сохраняемое и передаваемое знание, которое возникает в глубокой предыстории вместе с культурой изготовления орудий труда и передачей опыта их использования.
- Практическое, обыденное и теоретическое знание (концептуальное, обоснованное) в этом контексте не различаются.
- Начало науки можно отнести к периоду неолита (VII тысячелетия до н.э.), когда кардинально меняется образ жизни человека (кочевой – оседлый).
  - Социальные и лингвистические основания неолитической революции усматриваются в развитии способов сохранения и передачи информации с помощью зарубок, знаков, мифов, а также первых форм обучения, в которых знание передается в магических ритуалах и мистериях .

Неолитическая революция – меняется образ жизни (появляется деятельность, направленная на преобразование природы под необходимости выживания человека – переход от присваивающего хозяйства к производящей экономике).

Основа неолитической революции – передача знания (примером или магическими ритуалами).

Посвящение – имеешь право стать дважды рождённым. Платон был посвящён в геометры.

## Проблема начала науки

- Другая точка зрения на проблему начала науки трактует научное познание как специально планируемую исследовательскую деятельность, которая имеет свои особые методы и язык описания.
- В этом случае начало науки имеет исток в эпоху Возрождения.
- Классическая наука в современном понимании оформляется в XVII-XVIII вв. вместе с точным экспериментальным естествознанием, утверждающим особую практику научного обоснования, которая опирается на виды умозрительного (логического, математического,) доказательства и экспериментальное (эмпирическое) подтверждение.
- В этом контексте предшествующее знание о природе и природных явлениях трактуется как донаучное.
  - Термин «научная рациональность» указывает на особую систему познания, которая сложилась гораздо позже и требовала, помимо накапливания практических знаний, созревания определенных условий, в частности, достаточно высокого уровня абстрактно-понятийного мышления и речевого общения, а также особого языка описания явлений, отличного от обыденной речи.

Знание о природе, получаемое в процессе исследовательской деятельности. Имеет свои методы и языки описания. Структурировано.

### 1.11 Проблема периодизации предыстории современной науки

#### Проблема периодизации предыстории современной науки

- В зависимости от языка описания и методов исследования выделяют следующие этапы предыстории в становлении современной науки:
- **пранауку** традиционных культур (Древний Восток, Египет – древняя математика и астрономия);
- **протонауку**, которая базируется на умозрительной практике доказательства:
  - Античная наука (пифагореизм, натурфилософские школы, учение Платона, Аристотеля);
  - Натурфилософия эпохи эллинизма (математика Евклида, механика Архимеда, математическое обоснование геоцентризма Птолемея);
  - опытная наука позднего средневековья (XII-XIV вв.);
- **преднауку** эпохи Возрождения и Нового времени XV-XVII вв.
  - Математическое обоснование гелиоцентрической системы мира Коперника и Кеплера,
  - Экспериментальные исследования и геометрические модели движения Галилея,
  - Математика и натурфилософия Декарта и Ньютона.

Преднаука эпохи Возрождения. Если мы говорим о революции в науке, то это говорит о том, что наука до этого (до преднауки) была, но в других формах (пранаука, протонаука).

В Милетской школе было сформулировано понятие атом.

В Пифагорейской школе начало мира – число, гармония. Космос, гармоничный мир. А раз он гармоничный, то значит он познаваемый. А как он познаётся? С помощью математики, геометрии. Хаос – нечто непознаваемое.

## 1.12 Эволюция современной науки

### Эволюция современной науки

- **Классический этап в развитии науки** охватывает период с XVIIIв. (когда утверждается система точного экспериментального естествознания на базе классической механики и натурфилософии Ньютона) до первой трети XXв. (когда формулируются законы квантовой механики и представления о статистическом законе и утверждается квантовая механика).
- **Неклассический период в развитии науки** (30-50гг. XXв.) характеризуется дополнительностью в описании причинных связей (динамические и статистические законы), проблемами исследования и описания микромира.
  - Фундаментальное значение приобретает принцип неопределенности (Гейзенберг), представление о двойственной природе квантовых объектов (Луи де Б्रойль), принцип вероятностного описания.
  - В «неклассической науке» подчеркивается ограниченность механической картины мира, приоритет отдается вероятностно-статистическим моделям объяснения физических явлений.
  - В сознании ученых того времени динамическая (механическая) модель объяснения причинных связей отождествлялась с мировоззренческим принципом детерминизма. Отрицание универсальности динамического закона в квантовой механике ассоциируется с альтернативным принципом индетерминизма (отрицанием причинно-следственной связи).

Система современной науки формируется всё-таки в XVIII веке, благодаря распространению и развитию классической рациональной механики Ньютона.

Классический этап развития науки – расчёт и эксперимент. Идея математической физики у Декарта – тождество физической и математической реальности.

Неклассический период – атом не является неделимым.

На микромасштабе невозможно описать явление с классической точки зрения. Электрон иногда удобно описывать как частицу, а иногда как волну.

## Эволюция современной науки

- **Постнеклассический период в развитии науки** относят к концу ХХв., когда фундаментальное значение в развитии научного знания получают междисциплинарные познавательные стратегии и («нефизические») принципы системности, эволюции, самоорганизации.
- Переход к новому периоду в развитии науки в философии связывается с представлением о научной революции, содержанием которой выступает изменение
  - стиля научного мышления (типа научной рациональности),
  - базовых моделей описания и объяснения причинных связей (форм детерминизма),
  - категориального и математического аппарата науки,
  - универсальных принципов в научной картине мира

На первый план выходит проблема интеграции научного знания.

Биохимия (теория биосфера) Вернадского.

Проблема генетики в биологии.

В 50-х годах формулируется новый научный категориальный аппарат научного познания на базе теории систем.

Сейчас говорим о системах адаптивных, саморазвивающихся, самоорганизующихся.

Информациология.

## 1.13 Исторический тип научной рациональности

### *Исторический тип научной рациональности*

- Под **научной рациональностью в философии науки** понимают стиль познавательной деятельности, который складывается в XVII-XVIII вв. на базе точного экспериментального естествознания и который характеризуется
  - математическим языком описания,
  - формой обоснования знания, сочетающей логическое доказательство и фактическую (экспериментальную) проверку.
- Исторический тип научной рациональности** определяется
  - базовой моделью объяснения причинно-следственных связей (формой детерминизма),
  - Базовой теорией и стилем мышления,
  - Типом исследуемых объектов
  - Математическим инструментарием.
- В современной системе знания выделяют линейную, статистически-вероятностную и нелинейную модели научного объяснения, которые, отличаясь формой детерминизма и приоритетного закона, соотносятся с тремя историческими типами научной рациональности и стилем мышления:
  - классической (механизм), неклассической (релятивизм), постнеклассической (холизм).

Научная рациональность – комплекс процедур и стилей мышления, который характеризует ту или иную эпоху в развитии науки.

Каждую историческую эпоху горизонт знания всегда ограничен.

Ньютон не смог бы сформулировать теорию Эйнштейна.

<b>Тип научной рациональности</b>	<b>Классический тип научной рациональности (механизм)</b>	<b>Неклассический тип научной рациональности (релятивизм)</b>	<b>Постнеклассический тип научной рациональности (холизм)</b>
<b>Содержание научной рациональности</b>	XVII-XIX - нач. XX в.	сер. XX в.	конец XX – XXI в.
<b>Базовая модель причинной связи</b>	Линейная модель, динамический закон, принцип суперпозиции сил, возможность точного расчета и предсказания	Статистически-вероятностная модель, дополнительность динамического и статистического закона, возможность точного прогноза состояния	Нелинейная модель, принцип системной причинности (макродетерминации), вероятностный характер закона, вероятностный прогноз поля состояний.
<b>Форма детерминизма</b>	Механистический детерминизм (однозначная связь причины и следствия)	Статистический детерминизм (нежесткая связь причины и следствия)	Вероятностный детерминизм, относительность жесткого и нежесткого механизмов причинения
<b>Математический аппарат</b>	Аналитическая геометрия, Дифференциально-интегральное исчисление	Теория вероятностей	Теория катастроф Теория автоколебаний
<b>Базовая теория</b>	Классическая механика, классические теории в физике	Статистическая физика, Теория относительности, Квантовая механика	Неравновесная термодинамика, теория самоорганизации
<b>Статус исследуемого объекта</b>	Материальное (вещественное) тело, материальная точка	Материальная точка, массивный объект (термодинамическая система - идеальный газ), квантовый объект (микрочастица)	Открытая система (диссипативная), динамическая система с детерминированным хаосом
<b>Схема описания объекта</b>	Математический расчет состояния в параметрах координат, времени, массы, импульса ( $x,y,z,t,m,p$ )	Статистическое распределение, макрохарактеристики (термодинамические параметры: $t, p$ ), разграничение и дополнительность классической (динамической) и квантовой (вероятностной) схем описания	Фазовый портрет системы. Бифуркация, аттрактор, нелинейность, эволюция, системная методология

## 1.14 Глобальные научные революции

### *Глобальные научные революции*

- Глобальные научные революции, изменившие тип научной рациональности, а также философские основания науки, происходили четыре раза.
- **Первая научная революция XVII в.** привела к становлению экспериментальных и математических методов классической науки.
- Доминирует идея о том, что объективность и предметность научного знания достигаются только тогда, когда из описания и объяснения исключается все, что относится к субъекту и процедурам его познавательной деятельности.
- Идеал построения истинной картины природы.
  - Главное внимание уделялось поиску очевидных, наглядных, «вытекающих из опыта» принципов, на базе которых можно строить теории, объясняющие и предсказывающие опытные факты.
  - Научное объяснение явлений предлагало поиск механических причин и субстанций – носителей сил, которые детерминируют наблюдаемые явления. В соответствии с этими установками строилась и развивалась механическая картина природы.

## Глобальные научные революции

- **Вторая научная революция** конца XVIII–первой половины XIXв.
  - На базе идеала механического объяснения явлений оформляются теоретические основания классических дисциплин: физики, химии, биологии.
  - В конце XIXв. механическая картина мира берется под сомнение, прежде всего в физике.
- **Третья научная революция** охватывает период с конца XIX до середины XX столетия.
  - В этот период существенно изменяются представления о физической реальности, пространстве, времени, материи.
  - Формируется электродинамическая картина мира, в рамках классического типа научной рациональности.
  - Выдвигается квантово-механическое объяснение явлений микромира .
  - Утверждается приоритет статистического закона в описании материальных явлений.
  - Это подтверждается открытием специфики законов микро-, макро-, мегамира в физике и космологии, исследованием механизмов наследственности.
  - Утверждаются принципы релятивизма и дополнительности в причинных моделях объяснения явлений, характеризующих неклассический тип научной рациональности

Вторая научная революция называется дисциплинарной, потому что именно в середине XIX века оформляются те дисциплины, которые нам все знакомы (физика, химия, биология).

## Глобальные научные революции

- **Четвертая научная революция** началась во второй половине XX в.
  - Новый этап в развитии науки соотносится с пост-неклассическим типом научной рациональности.
  - На первый план выдвигаются междисциплинарные методы познания и проблемно-ориентированные формы исследовательской деятельности
  - Реализация комплексных программ порождает необходимость в единой системе теоретических и экспериментальных исследований, прикладных и фундаментальных знаний, интенсификации прямых и обратных связей между ними.
  - Формируется общенаучный концептуальный аппарат на базе теории систем, функционального и информационного подхода в объяснении сложных явлений
  - В качестве приоритетного принципа исследования объектов выдвигается принцип системности и самоорганизации.

## 2 Лекция 16.11.2023 (Шипунова О.Д.)

### ПРЕДПОСЫЛКИ ФИЛОСОФИИ НАУКИ В АНТИЧНУЮ ЭПОХУ И НОВОЕ ВРЕМЯ

Лекция 2. Общие проблемы философии науки  
Профессор Шипунова О.Д.

На самом деле тема большая, потому что Античная эпоха и Новое время – это более тысячетелетия истории науки. Точнее предыстории науки, поскольку современное понятие науки относится к Новому времени (Modern).

Но на самом деле Новое время и развитие науки связывается с первой научной революцией, когда оформляются истоки и стиль мышления, которые характеризуют классическую науку. Её институты оформляются уже позже – только в XVIII веке.

А предыстория у неё очень большая.

## 2.1 Предпосылки философии науки в Античную эпоху и новое время

### СОДЕРЖАНИЕ

- ✖ Становление первых форм теоретической мысли в Античности.
  - + умозрительные методы познания
  - + классификация наук по Аристотелю
- ✖ Первые научные концепции
  - ✖ Элементаризм
  - ✖ Атомизм
  - ✖ Физика Аристотеля
  - ✖ Геоцентризм
- ✖ Натурфилософские концепции о строении мира
- ✖ Философия и наука в Средние века, концепция двух истин
- ✖ Предпосылки научной революции в XV- XVIIвв
- ✖ Истинный метод науки в эмпиризме и рационализме, Ф. Бэкон, Р. Декарт

## 2.2 Становление теоретической мысли в Античности

### СТАНОВЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЫСЛИ В АНТИЧНОСТИ

- ✖ Теория (греч. *theoria* — рассмотрение, исследование) —
  - + учение, система научного знания, описывающая и объясняющая некоторую совокупность явлений и сводящая закономерные связи в единое представление (концепцию)
- ✖ Античная наука строит умозрительное знание о мире на основании созерцания мира и методов сомнения и рассуждения (критического мышления)
  - + Подчеркивает различие научного знания и мнения одного человека или группы, признаваемое за истину голосованием (Агриппа).
- ✖ Истоки теоретического знания в Античной науке
  - + Построение картины мира, которая объясняет его единство и внутреннюю гармонию
  - + Мировоззренческая аксиома Античности — постоянство существования мира, которое выражено в онтологической категории
  - + **Бытие (онтос – греч.), Космос**
    - ✖ Понятие **Космос** введено Пифагором в противоположность **Хаосу** для обозначения гармонии мира, которую можно понять.
    - + Космоцентризм характеризует общую установку Античности в познании мира
    - + Первая умозрительная картина мира Пифагора, кладет в основание мировой гармонии в строении Космоса мистику чисел и звуков

Главное достижение Античной науки — создание умозрительной системы познания на основе двух методов (метод сомнения и метод рассуждения).

## 2.3 Проблема основания единства мира в Античной философии

### ПРОБЛЕМА ОСНОВАНИЯ ЕДИНСТВА МИРА В АНТИЧНОЙ ФИЛОСОФИИ

- ✖ В центре внимания древнегреческих философов – строение и гармония Космоса, органичной частью которого выступают не только стихии наблюдаемых явлений, но также идеальные, скрытые сущности
- ✖ Поэтому поиск первоэлемента в строении мира в Античности имеет две традиции:
  - + стихийно-материалистическую (Милетская школа), идеалистическую (Элейская школа, Пифагорейский союз).
- ✖ Пифагорейская школа : в основании гармонии Космоса - **число**
- ✖ Элейская школа (Ксенофан) первоначалом мира полагает единство и незыблемость Бытия
  - + Платон полагает в основание мира **эйдос** (идею в современном понимании)
  - + Аристотель полагает в основание мира **форму** как активное организующее материю начало
- ✖ Материалистическая традиция восходит к мифологии, где утверждаются четыре основные стихии (стехея – греч. первооснова): **вода, земля, огонь и воздух**.
- ✖ Натурфилософская позиция Милетской школы выделяет одну стихию в качестве основания («корня») всего существующего.
  - + Впервые это стремление выразил Фалес (ок. 625 – ок. 547 до н.э), считавший **воду** первоэлементом , поскольку невозможно найти абсолютно сухое тело.

Как объяснить единство мира, найдя его скрытые основания?

Платон и Аристотель – наследники Элейской школы.

Материалистическая традиция понимания единства мира противостоит пифагорейской математической традиции (вплоть до XVIII века).

Фалес – основатель Милетской школы.

## 2.4 Развитие представлений о первоначале в милетской школе

### РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПЕРВОНАЧАЛЕ В МИЛЕТСКОЙ ШКОЛЕ

- ✖ Ученик Фалеса Анаксимандр (автор первого философского сочинения в прозе «О природе») выдвинул в качестве первоначала **апейрон** (с греч. – беспредельное, неопределенное).
  - ✖ апейрон безразличен ко всем стихиям (воды, земли, воздуха и огня), но нечто им всем общее, благодаря чему возможно их взаимное превращение.
    - \* Современные аналоги этого первоначала – движение, энергия, поле.
- ✖ Ученик Анаксимандра Анаксимен в своем сочинении «О природе» свел апейрон Анаксимандра к свойству **воздуха**, который беспределен.
  - ✖ Обоснование: всякий наблюдаемый предмет дышит, нет абсолютно твердого тела
    - \* Современные аналоги этого первоначала – пространство
- ✖ Гераклит Эфесский создал третье философское сочинение «О природе», считал первоэлементом **огонь**, утверждал:
  - + «этот Космос, единый из всего, не создан никем из богов и никем из людей, но всегда был, есть и будет вечно живым огнем, в полную меру воспламеняющимся и в полную меру погасающим».
    - ✖ Аналогом такого первоначала в современном естествознании выступает плазма, которая предшествует образованию химических элементов.
    - ✖ Гераклит вводит в натурфилософию представление о неустранимости изменения

## 2.5 Первые концепции Античной науки

### ПЕРВЫЕ КОНЦЕПЦИИ АНТИЧНОЙ НАУКИ

- ✖ **Элементаризм** – учение о строении космоса, выдвинутое Эмпедокло в поэме «О природе» (490 – 430 до н.э.),
  - + Главный тезис Эмпедокла: «В мире нет места для пустоты, все состоит из элементов». (elementum – лат. первооснова, первоначало).
  - + Наблюдаемый мир – производное от четырех основных первородных элементов: **земли, воды, огня, воздуха**.
    - ✗ Именно они образуют «корни» всех вещей. Разнообразие вещей объясняется различным сочетанием элементов и их перемещением.
  - + Эмпедокл вводит **идею сохранения материи**, утверждая: «Ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться».
    - ✗ отвергает мысль о рождении и смерти вещей, полагая, что они образуются в результате смешения и соединения стихий в определенных пропорциях.
- ✖ **Атомистическое учение** развивается Левкиппом (предположительно 500 – 440 гг. до н.э.) и его учеником Демокритом (ок. 460-370 до н.э.), в последствии Эпикуром (341 – 270 до н.э.).
- ✖ Основной тезис: в мире есть только атомы и пустота
  - + Во структуре а бесконечное число движущихся атомов (неделимых единиц «бытия») и бесконечное число форм тел, которые образуются их соединением;
  - + Пустота («небытие») так же реальна, как и тело;
  - + Все существующее совершается в силу естественной необходимости, определяемой им как причинность (Принцип детерминизма).
  - + Закон, определяющий единство и многообразие природы - Соединение и разъединение атомов
  - + Атомисты внесли идею о множестве миров и их естественном порождении.
    - ✗ Мир в целом – это беспрецедентная пустота, наполненная мирами, которые образованы беспрецедентным числом атомов самых разнообразных форм. Возникновение миров происходит не беспрчинно. Пустота заполнена атомами неравномерно. В той части пространства, где сходится много атомов, они сталкиваются друг с другом и постепенно образуют вихрь – кругообразное движение, вследствие чего более крупные и, следовательно, тяжелые атомы накапливаются в центре, а более малые и легкие, округлые и скользкие вытесняются к периферии. Так возникают земля и небо, которое образуют огонь, воздух, светила, гонимые воздушным ветром. В центре космоса (макрокосма) скапливается тяжелая материя. Сжимаясь, она выдавливает из себя воду, которая заполняет низкие места, образуя океан. Каждый мир замкнут, шарообразен и покрыт «литоном» из крючковатых атомов. Однако число миров бесконечно. Наш мир – один из многих.

Первые концепции о строении космоса.

Одной из наиболее влиятельных учений в Античности – это элементаризм.

Эмпедокл был одним из первых основателей школы красноречия. Одним из первых высказал идею эволюции материи, в том числе человека.

Противоположная концепция – атомистическое учение, развиваемое в Милетской школе.

Пустота воспринимается очень плохо (трудно вообразить).

## 2.6 Физика Аристотеля

### ФИЗИКА АРИСТОТЕЛЯ

Аристотель вводит понятия **Материя** (в значении потенциальной возможности вещей) и **Энергия** – для обозначения актов перехода потенции в ее реализацию, как характеристику изменения/движения к цели.

- ✖ Термин **энергейя** Аристотель употребляет и для характеристики активности (деятельности), и для обозначения ее результата (продукта). В первом случае энергейя соотносится с самой деятельностью, во втором – с действительностью.
- ✖ Он определяет движение как переход от потенции к энергии, от возможности к действительности, поэтому оно всегда имеет вектор направления. Эта общая черта и позволяет познавать движение.
- ✖ Аристотель выделяет виды движения – качественное изменение, рост и убыль, возникновение и уничтожение, а также перемещение.
- ✖ Стремясь найти решение парадокса бесконечности, выявленного в апориях Зенона, Аристотель вводит понятие **континуум** (непрерывное). Учение о континууме служит основанием для создания науки о движении.
  - + Именно эта часть аристотелевской физики никогда не оспаривалась и даже не ставилась под сомнение в Новое время и в современном естествознании. **Принцип непрерывности** – фундаментальный принцип, на который опирались в основных допущениях Галилей и Ньютона, а также вся математика.
- ✖ **Физика Аристотеля** – Классификация форм движения, которая служила теоретическим обоснованием геоцентрической картины мира до XVII в.
  - + Совершенные движения – постоянные или круговые – характерны для наблюдаемых планет
    - ✖ Причина - Перводвигатель, запускающий вечное круговое движение небесных сфер
  - + Несовершенные формы движения - конечные
    - ✖ Естественные движения - к центру неподвижной Земли
    - ✖ Насильственные движения- имеют внешнюю причину

Аристотель жил в III веке до нашей эры. Его авторитет поддерживало то, что он был учителем Александра Македонского. А сами греки не очень то и любили Аристотеля. Аристотель был учеником Платона. Аристотель был систематизатором знаний и создал некую классификацию наук. Вводит несколько понятий, которые оказываются базовыми и для развития натурфилософии.

В эпоху Античности существовал парадокс движения: мы можем наблюдать движение, но мы его не можем мыслить. Как только пытаемся мыслить движение, то получаем просто совокупность неподвижных точек в пространстве. В этом ключе: Ахиллес не догонит черепаху, стрела не достигнет цели (бесконечное деление – всегда остаётся промежуток). Это решается в системе интегрального исчисления.

У Аристотеля: физика – это наука о внешней причине.

## 2.7 Вклад Аристотеля в философию науки

### ВКЛАД АРИСТОТЕЛЯ В ФИЛОСОФИЮ НАУКИ

- ✖ Аристотель (384-322 до н.э.) создал систему понятий, которые стали фундаментальными в развитии научной мысли.
  - + Ввел понятия : **материя, сущность, энергия, взаимодействие, целесообразность,**
- ✖ Он впервые попытался определить **понятие движения**, которое оказалось в центре внимания натурфилософии благодаря апориям Зенона и атомистическому учению
  - + **Принцип непрерывности**, по Аристотелю, является условием возможности самого процесса движения.
  - + Устранив проблему начала движения, которая предполагала прерывность , Аристотель сформулировал **положение о непрерывности пространства и времени**: «нет ничего первого», «ни в том, что изменяется, ни во времени, в течение которого оно изменяется» (Физика, VI, 5, 236а).
- ✖ Понимание Аристотелем движения, соотношения формы и материи позволило ему сформулировать предмет физики как особой науки о формах движения тел.
  - + Аристотель свел все виды движения к перемещению, считая, что качественные и количественные изменения предполагают перемещение как свое обязательное условие. Так, пища, чтобы усвоиться, должна пройти по пищеводу.
  - + Перемещение выступает как движение, которое свойственно и определяет все остальные виды движения. Отсюда попытка понять самое первое перемещение (идея Первов двигателя) и построить иерархию перемещений в наблюдаемом физическом мире.
- ✖ В картине мироздания Аристотель выделил 4 причины: **формальную, материальную, действующую и целевую**.
  - + Физика, согласно Аристотелю, раскрывает действующую причину.
- ✖ В современном естествознании идеал научного объяснения на основе выявления причинной связи дает физика.
  - + У самого Аристотеля философия природы опирается на примат целевой причины и учение о форме как основном факторе движения и развития мира.
  - + Целесообразность – основной принцип живой природы.
    - ✖ В наше время учение о целевой причине Аристотеля и учение о форме просматриваются в современных представлениях о генетическом коде.

## 2.8 Классификация наук Аристотеля

### КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК АРИСТОТЕЛЯ

- ✖ Наука о движении тел под действием внешней причин – **физика**
- ✖ Наука о скрытой сущности (причине) – **метафизика**
  - + Именно благодаря введению категории сущность оказывается возможным связать в умозрительном познании мир вещественных предметов, мир природы и абстрактный мир идей и чисел.
  - + Сущность, по Аристотелю, это третье начало, связующее противоположности, которое пифагорейцы не нашли. Аристотель вводит понятие «сущность», определяя ее как «ни в чем не находящееся» (ни в одном из телесных вещей или элементов).
  - + В учении о сущности Аристотель выделяет первичные сущности (индивидуальные вещи) и вторичные сущности (роды и виды индивидуальных предметов).
- ✖ Наука о методах получения знания – **аналитика**
  - + Аристотель формулирует 3 закона логики:
    - ✖ закон тождества, противоречия, исключенного третьего
  - + Вводит методы
    - ✖ анализа и классификации на основе выделения общего признака вещей,
    - ✖ идеализации как построение идеальной модели объекта, (аналогично идеальному кругу в геометрии)
- ✖ Наука об обществе - **политика**
- ✖ Наука о добродетели – **этика**
- ✖ Наука о душе - **психология**

Очень важна категория сущности, которая по Аристотелю, может связывать противоположности.

У Аристотеля наука о методах получения знания называется аналитикой. А примерно через 100 лет эта система получает название логика. Именно Аристотель формулирует 3 закона логики.

## 2.9 Научное знание в эпоху поздней Античности

### НАУЧНОЕ ЗНАНИЕ В ЭПОХУ ПОЗДНЕЙ АНТИЧНОСТИ (3 ВВ. ДО Н.Э. – 3 В.Н.Э.)

- ✖ Евклид – Труд «Начала» (13 книг)
  - + Основание современной геометрии, основание строгой системы математического доказательства
  - + Основание геометрической оптики в физике
- ✖ Архимед формулирует законы
  - + Механики (закон рычага)
  - + Гидростатики (закон Архимеда)
  - + Выводит формулы для определения площади и объема криволинейных фигур методом бесконечных приближений
  - + Вычисляет значение периодического числа π
- ✖ Клавдий Птолемей – труд «Великое математическое построение» (Альмагест)
- ✖ Обосновывает систему геоцентризма на основании астрономических наблюдений и расчета движения планет
- ✖ **Постулаты геоцентризма**
  - + Земля шарообразна, неподвижна и находится в центре мироздания – небесного свода
  - + Небосвод имеет форму сферы и вращается вокруг Земли, делая 1 оборот в сутки
  - + Планеты вместе с Солнцем вращаются по окружностям с постоянной скоростью
- ✖ Альтернатива геоцентризму представлена Аристархом, который на основании математического расчёта утверждал, что Земля движется вокруг Солнца, имеющего неизмеримо больший размер
  - + противоречила физике Аристотеля и наблюдаемым движениям Солнца.

Эпоха поздней Античности = эпоха Эллинизма. Её начало связано с завоеваниями Александра Македонского. В Египте создаётся новый город Александрия. Там формируется центр медицинских, научных исследований, библиотека и так далее.

Символические фигуры: Евклид, Архимед, Птолемей, Аристарх.

## 2.10 Вклад в теоретическое знание Средневековой науки

### ВКЛАД В ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ СРЕДНЕВЕКОВОЙ НАУКИ

- ✖ Ряд понятий и принципов, выступающих исходными фундаментальными основаниями в науке Нового времени:
  - + понятие пустоты,
  - + бесконечного пространства,
  - + бесконечного движения (прямолинейного),
  - + требование устраниТЬ из объяснения природы целевую причину,
  - + ограничиться только действующей (физической).
- ✖ Представление о машине мира (*mobile mundi*)
  - + мир материальный представлен как процесс взаимодействия божественных сил (орудий божьей воли, нематериальных по своей природе).
  - + Так, в схоластической физике всякая действующая причина оказывается, в конечном счете, механическим средством осуществления идей, содержащихся в божественном уме.

Понятие пустоты наделяется статусом реальности, потому что Бог творит мир из ничего.

Ранее было сказано, что в Средние века (особенно в позднем Средневековье) складывается понятие об опытной науке и возникает идея (которая далее выражается в эмпиризме) о том, что любое знание нам даётся опытом. А сам мир, который мы наблюдаем, это некий мир взаимодействий (о которых уже говорил и Аристотель) и движений (мы их можем рассчитать), но причина этих движений не материальна.

Важно, что в этой системе складывается представление о машине мира, о механике мира. И это уже в Средние века, т.е. раньше Ньютона.

## 2.11 Натурфилософские концепции о строении мира

### НАТУРФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ О СТРОЕНИИ МИРА

- ✖ **В пифагорейском учении о мире**
- ✖ Беспределная «пневма» (смесь воздуха и огня) окружает центральную часть оформленную пределом - Космос, небо.
  - + Эта центральная часть и есть мироздание, которое дышит (вдыхает «пустоту» как неоформленное разреженное состояние вещества).
  - + Возникновение мира (космоса) произошло как ограничение беспределного : первоначальная вещественная единица принимает вид множества, будучи разделена на части вдыхаемой «пустотой». При выдохе мироздание снова переходит в противостояние предела и беспределного.
- ✖ По свидетельству Аристотеля, пифагорейская картина мира существовала в двух видах: геоцентрическом (Пифагор) и негеоцентрическом (Филолай).
  - + В геоцентрической картине большое значение придавалось «гармонии сфер».
  - + Согласно Пифагору, планеты, двигаясь сквозь пневму (позднее - эфир), издают монотонные звуки разных типов в зависимости от своего размера, скорости движения и удаленности от Земли, занимающей центральное положение. Сатурн издает самый низкий звук, Луна – самый высокий и пронзительный. В совокупности тона создают гармоничное созвучие.
- ✖ Позднему пифагореизму свойственна негеоцентрическая картина мироздания, в которой Земля имеет сферическую форму, вращается вокруг себя самой и вокруг Центрального огня.

Натурфилософские концепции о строении мира включают в себя постепенно переход к Средневековью.

### НАТУРФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ О СТРОЕНИИ МИРА

- ✖ **Анаксагор** (родом из Клазомен, ок. 500 – 428 до н.э.) - Основатель Афинской школы натурфилософии, ученик Анаксимена в своем сочинении «О природе» сводил многообразие мира к существованию бесконечно малых, неисчислимого многих и неизменных элементов (семян, позднее называемых гомеомериями), которые первоначально были смешаны и образовывали хаос.
  - + Учение Анаксагора называют стихийной атомистикой, поскольку она содержит идею корпускулярного строения мира. Однако Анаксагор отрицал пустоту, считая, что все вещи образуются через трансформацию уже существующих вещей («во всем заключается часть целого»).
    - ✖ Его идея «все во всем», выделяющая непрерывность (континуальность) мира, конструктивно развивается и в современной квантовой физике.
- ✖ Согласно его космогонической концепции, видимая Вселенная – результат длительного и закономерного развития, исходный пункт которого – первичное состояние, представлявшее собой бесформенную и лишенную движения смесь вещей. Это первичное состояние длилось неопределенно долго и оставалось бы постоянным, поскольку первоначальный хаос не мог своими силами развиться в космос. Для этого необходимо активное начало, которое он обозначает как **Нус** (ум). Мировой ум творит космос из хаоса.
  - + Всякая вещь – единство великого и малого. «Нус» – тончайшая и чистейшая из всех вещей. Он заключен в материи, которую творит, но сам с ней не соединим.
- ✖ Атомисты отвергли мировой ум Анаксагора, утверждая, что только в атомах и их движении можно усмотреть основания существующих вещей. Даже состояние души, восприятие человеком предметов, а также существование богов Демокрит объяснял соединением и столкновением атомов, откуда следовало, что все в мире подвержено изменению, поэтому Боги, природа, люди, а также их души смертны.
- ✖ Эпикур, развивая идеи Демокрита, вводит в натурфилософскую атомистическую концепцию представление о случайности событий. Основание этого он видит в постоянном движении атомов, которые, падая в пустоте с одинаковой скоростью, в силу случайности отклоняются от своего пути.
  - + Благодаря таким отклонениям образуются миры. Эпикуру принадлежит первая гипотеза о естественном происхождении Земли на основании случайных отклонений в движении атомов. Далее, согласно Эпикуру, на Земле возникли небо и море, родилась жизнь – растения, животные, люди.

## НАТУРФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ О СТРОЕНИИ МИРА

- ✖ В учении о строении мира атомисты следуют геоцентрической картине, полагая, что Земля одинаково удалена от всех оболочек космоса, а потому неподвижна.
- ✖ Земля имеет форму диска. Вокруг Земли движутся звезды, которые являются достоянием нашего мира, а не другими мирами.
- ✖ Демокрит не приводит для объяснения вихря никакой другой причины, кроме случая и природной закономерности. Атомы образуют уплотнения в тех или иных местах великой пустоты вследствие беспорядочного движения – случайно, но в дальнейшем все происходит по природной закономерности.
- ✖ Согласно Демокриту, живое происходит непосредственно из неживого и отличается от него наличием большего числа мельчайших, круглых, наиболее подвижных, огнеподобных атомов, образующих душу.
- ✖ В основе учения атомистов о человеке – уподобление человека (микрокосма – малого мира) и макрокосма (большого мира). Сходство заключается, во-первых, в том, что тело человека (и животного) состоит из атомов и пустоты, во-вторых, в природе есть душа и разум (теплота и огонь).

## 2.12 Натурфилософия Платона

### НАТУРФИЛОСОФИЯ ПЛАТОНА

- ✖ Атомистическое учение и элементаризм своеобразно преломляются в натурфилософии Платона (428 – 348 до н.э.).
- ✖ В космологии он утверждает божественный источник - Космос создан Творцом, Демиургом в подражание идеальному образцу
- ✖ В отношении природы, которая характеризуется строением вещества, Платон говорит о вещах, которые существуют не в силу какого-то высшего замысла, а возникают и гибнут в силу необходимости.
  - + Но в отличие от атомизма, в котором необходимость имеет всеобщий характер, у Платона сфера необходимости сильно ограничена и касается только неживой природы, где все процессы сводятся к взаимодействию и взаимопревращению четырех элементов: огня, воды, земли и воздуха.
  - + Платон создает свою атомистику только для этой сферы необходимости. В современных терминах его концепция элементов (своего рода теория строения вещества) соответствует области молекулярной физики и фазовых превращений.
- ✖ Признавая четыре основных элемента Эмпедокла, Платон не считает их простейшими, далее неразложимыми элементами космоса.
- ✖ По Платону, истинные первоэлементы малы, не видимы, представить их можно в виде геометрической абстракции, поскольку они имеют внутреннюю структуру. Простейшие элементы имеют форму треугольника, сложные - форму многоугольника.
  - + Для сравнения приведем формулу воды. Ее пространственная конфигурация в современной химии напоминает треугольник. А углеводороды – сложные элементы органической природы, строятся на основе бензольных колец, имеющих вид многоугольника.
  - + Платон высказывает идею о взаимопревращениях природных элементов, предполагая, что сложные элементы меняют свою внутреннюю структуру, распадаясь на более простые. Эта идея до сих пор составляет фундаментальный принцип естествознания.
  - + Платон высказывает также идею атомистической концепции пространства.

Платон частично следует атомистическому учению и частично следует элементаризму.

## 2.13 Постулаты геоцентризма в поздней Античности

### ПОСТУЛАТЫ ГЕОЦЕНТРИЗМА В ПОЗДНЕЙ АНТИЧНОСТИ

- ✖ Эпоха поздней античности (I-II вв до н.э. - I-II вв. н.э.) обозначается термином эллинизм, который указывает на распространение греческой культуры и науки в Средиземноморье в результате походов Александра Македонского.
- ✖ Главным достижением античной натурфилософии этого времени была геоцентрическая система мира Клавдия Птолемея (ок. 90 – 168 гг. н.э.), которая подвела итог состоянию античной астрономии, определив ее дальнейшее развитие на тысячелетие. Постулаты, сформулированные Птолемеем, представляли мир следующим образом:
  - + Шарообразная Земля неподвижна и находится в центре небесного свода.
  - + Небосвод имеет сферическую форму, вращается вокруг Земли, делая 1 оборот в сутки.
  - + Планеты и Солнце врачаются вокруг Земли по окружностям с постоянной скоростью.
- ✖ Труд Птолемея «Математическая система», или «Великое математическое построение» (арабское название «Альмагест») содержала расчеты траекторий движения звезд и планет.
  - + Бурные события последующих веков, которые ознаменовались захватом Александрии римлянами, а затем арабами (ок. 640 г.н.э.), концом династии Птолемеев в Египте, не способствовали развитию науки, греческий оригинал сочинения Птолемея был утерян.
  - + В начале VIII в. власть арабов распространилась от Гибралтара до Индии. Научно-практические знания античного мира сохранились и были восприняты мыслителями арабского Востока. Примечательно, что сохранился только арабский перевод труда Птолемея, который вошел в европейскую культуру под своим арабским названием «Альмагест» и уже в XII в. был переведен на латинский язык.
  - + Постулаты Птолемея с некоторым ограничением легли в основу христианского мировоззрения в рамках христианской теологии.
- ✖ Альтернатива геоцентризму представлена Аристархом, который на основании математического расчёта утверждал, что Земля движется вокруг Солнца, имеющего неизмеримо больший размер
  - ✖ противоречила физике Аристотеля и наблюдаемым движениям Солнц
  - ✖ Идея Аристотеля о противоположности земного и небесного движения легла в основу религиозного мировоззрения, определявшего горизонты культуры и натурфилософии в последующие 10 веков европейской истории.

## 2.14 Натурфилософия Христианского запада

Натурфилософия христианского запада начинается с переосмысления трудов Аристотеля в XII-XIII в.	Принципы натурфилософии Аристотеля	Принципы христианской теологии
	1. Положение о вечности мира	1. Положение о сотворении мира и его конечности.
	2. Самодостаточность природы	2. Не самодостаточность природы
	3. Положение о том, что разума и одной только естественной необходимости достаточно для объяснения всех явлений, происходящих в мире	3. Положение о двойственности истины, учение о божественном провидении, неспособности разума познать конечные причины
С утверждения принципа двойственной истины, требующего признания прав «естественного разума» наряду с христианской верой, основанной на откровении	4. Учение о целесообразности, заложенной в самой природе, естественной внутренней причине живого, а также учение о естественном строении и эволюции души (от растительной – к чувствующей и мыслящей), которое можно считать началом эмпирической психологии.	4. Положение о божественном замысле, об особом статусе человека в космосе (над природой), свободе его воли и бессмертии его души.

## 2.15 Натурфилософия и наука в Средние века

### НАТУРФИЛОСОФИЯ И НАУКА В СРЕДНИЕ ВЕКА

- ✖ С точки зрения развития науки выделяют три периода средневековья.
  - + Раннее средневековье (VI-IX вв.) – темное время, упадок образования, всеобщее одичание.
  - + Средний период (X-XI вв.) – переводы античных классиков, появление университетов.
  - + Зрелое средневековье (XII-XIV вв.) – высокий уровень образованности, расцвет науки и искусства, подготовка эпохи, получившей название Возрождение.
- ✖ Античное наследие, которое получила европейская мысль к началу новой эры, включала:
  - + - атомистическое учение Левкиппа –Демокрита,
  - + - пифагорейскую и Евклидову математику,
  - + - учение Платона,
  - + - физику и натурфилософию Аристотеля,
  - + - геоцентрическую систему Клавдия Птолемея
  - + - механику и гидростатику Архимеда и его учеников
  - + - пифагорейскую и Александрийскую медицину.

- ✖ Результатом признания двойственной истины стало возникновение двух принципиально различных картин мира: одна картина для верующего христианина, которая опирается на откровение, другая – для натуралиста, которая подтверждается опытом и индукцией (рассуждением).
- ✖ Первая признавалась как более очевидная, вторая – как вероятная.
- ✖ В последующем развитии европейской мысли естественный разум будет сначала поставлен наравне с откровением, затем в эпоху Возрождения - выше откровения.

## НАТУРФИЛОСОФИЯ И НАУКА В СРЕДНИЕ ВЕКА

- ✖ Христианская мысль внесла ряд уточнений в области математики, оптики (как раздела математики), соединила физику с механикой, создала новые понятия и методы исследования.
  - + Главная проблема христианской науки (теологии) – соотношение естественного порядка вещей и божественного всемогущества. Утверждается догмат о сотворении Богом мира из ничего
  - + Естествознание теряет самостоятельное значение в средние века и рассматривается либо только с точки зрения практической пользы (поэтому наибольшего признания и развития достигают астрология и алхимия), либо чисто символически (развивается логика и математика).
- ✖ Христианская теология существенно изменила понимание бесконечности, непрерывности, пространства, времени, благодаря введению метода воображения в познание неявленного мира
  - + В античности научное познание – это пассивное созерцание объекта (созерцание умом, умозрение, или чувственное созерцание). Христианская теология, совмещая понятие интеллектуальных добродетелей с благом, расширяет круг интеллектуальных действий: помимо созерцания в качестве особых форм выделяются «познание» (*cognitio*) и «видение» (*visio*).
- ✖ Позже, в новое время научное познание выступает как конструирование объекта (построение теории, мысленного или практического эксперимента)

## 2.16 Восточная наука в Средние века (3-10 вв)

### ВОСТОЧНАЯ НАУКА В СРЕДНИЕ ВЕКА (3-10 ВВ)

- ✖ Аль-Хорезми (Хива) – создает новую область математики алгебру  
Книга «Альджебри» о математических уравнениях
- ✖ Аль-Бируни (Самарканд) – создает начала тригонометрии и топографии, вычисляет окружность Земли, определяет удельный минералов.
- ✖ Омар Хайям – реформирует календарь и получает известность как математик, философ и поэт
- ✖ Авиценна (Бухара)- создает Канон врачебной науки
- ✖ Главная опытная наука Средневековья – алхимия
  - + Учение о взаимном превращении элементов и учение Аристотеля о пятой сущности первыми стали применять и развивать алхимики. Эти идеи античной натурфилософии, составив основу главного учения алхимии – учения о трансмутации, положили начало химическим опытам и экспериментальным поискам способов получения золота из неблагородных металлов.

## 2.17 Натурфилософия эпохи Возрождения

### НАТУРФИЛОСОФИЯ ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ

- ✖ Мировоззренческая установка Пантеизма - отождествление Бога и Природы
- ✖ Николай Кузанский делает бесконечность предметом философского исследования,
- ✖ В мировоззрении Н. Кузанского бесконечность связана с божественным всемогуществом и носит сакральный характер.
- ✖ Мировоззренческая установка Пантеизма оказала влияние на Николая Коперника (1473-1543), который в вопросе о бесконечности пошел дальше Н. Кузанского, приписывавшего атрибут бесконечности только Богу.
- ✖ Коперник создает представление о бесконечной Вселенной.
- ✖ Ключевые понятия натурфилософии как системы естествознания оказываются связанными с новой трактовкой бесконечности, которая выступает предпосылкой математики бесконечно малых (теории пределов) и новой космологии.
- ✖ В основание новой системы в космологии легли следующие идеи Коперника:
  - + - любое движение относительно;
  - + - нет различия между движением земных и небесных тел;
  - + - математические формулы выражение реальных закономерностей

## 2.18 Предпосылки научной революции на рубеже XVII века

### ПРЕДПОСЫЛКИ НАУЧНОЙ РЕВОЛЮЦИИ НА РУБЕЖЕ XVII ВЕКА

- ✖ Утверждается новое понимание математики как инструмента научного познания, изменяется стиль мышления, формируются новые инструменты исследования природы. В этом движении европейской мысли немаловажную роль сыграли Леонардо да Винчи, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер.
- ✖ В его работах Кеплера (1571-1630) математика служит средством для обсчета физических явлений. Математические схемы из разряда априорных (доопытных) условий переводятся в разряд расчетных средств науки.
- ✖ Кеплер создает динамическую модель Вселенной, предполагая природный закон движения планет.
  - + В модели Вселенной Кеплера основой небесной механики становится физическая реальность, а не математическая схема. Геометрическое описание движения основывается на данных наблюдения за реальными движениями планет.
  - + Цель Кеплера - показать, что небесная машина подобна часовому механизму, поскольку все ее многочисленные движения инициируются одной телесной силой, подобно тому, как в часовом механизме все приводится в движении грузилом.

## 2.19 Галилео Галилей (1564-1642)

### ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ (1564-1642)

- ✖ Галилей считал основой естествознания опыт.
  - + Заложил основы современной механики: выдвинул идею об относительности движения, установил законы инерции, свободного падения и движения тел по наклонной плоскости, сложения движений; открыл изохронность колебаний маятника; первым исследовал прочность балок.
- ✖ Астрономические открытия Галилея стали наглядным доказательством истинности гелиоцентрической системы, а также идеи Дж. Бруно о физической однородности Земли и неба.
  - + Открытие звездного состава Млечного пути явилось косвенным доказательством бесчисленности миров во Вселенной.
  - + Сочинение Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира – Птолемеевой и Коперниковой» (1632), послужило поводом для обвинения его в ереси.
  - + Католическая церковь терпела воззрения ученых, признававших систему Коперника в качестве гипотезы, полагая, что доказать ее невозможно. Но когда Галилей представил доказательства гелиоцентрической системы, римская церковь приняла решение запретить распространение идей Коперника, внеся его труды в «Список запрещенных книг» (1616).
  - + Галилей активно защищал гелиоцентрическую систему мира, за что в 1633г. предстал перед судом инквизиции, вынудившей его публично отречься от учения Н. Коперника. До конца жизни Г. Галилей считался «узником инквизиции» и принужден был жить на своей вилле близ Флоренции.

## 2.20 Новый стиль познания природных явлений

### НОВЫЙ СТИЛЬ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

- ✖ **Значение законов механики**, открытых Галилеем (закон инерции и свободного падения тел) и его современником Иоганном Кеплером, который придал строгую математическую форму законам движения планет вокруг Солнца
  - + Представление о законе природы в собственном научном содержании (вне зависимости об Божественных силах).
- ✖ Галилей положил начало геометрической интерпретации физических явлений, создав очень емкую (информационно сжатую, абстрактную) схему описания, расчета и прогнозирования механических движений.
- ✖ С этим **абстрактно-геометрическим методом** познания каждый современный школьник знакомится при изучении раздела «Кинематика» в курсе физики.
- ✖ Стиль научного мышления Галилея - **Мысленный и реальный эксперимент**, который предполагает
  - + соотнесение математического объекта (например, точка) с физическим (например, камень) и с искусственно созданным техническим объектом (например, пушечное ядро).
  - + Галилей конструирует новые абстрактные объекты. Так, в процессе эксперимента исследуемое движение тела преобразуется в «экспериментальный объект», который не совпадает с наблюдаемым явлением или процессом, а представляет собой инженерную (искусственную) реализацию мыслимого объекта, созданного на основании теории.
  - + Именно такого рода идеализации и схематизации лежат в основе современного естественнонаучного и технического знания.

Не случайно Галилею приписывают такое выражение: «Если факт не укладывается в мою теорию, тем хуже для факта» (значит эксперимент плохо поставлен и не соотносится с мысленным идеальным экспериментом).

## 2.21 Разработка математических методов описания физических движений

### РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

- ✖ Р. Декарт (1596-1650) ввел символику, позволившую свести геометрическую интерпретацию движений к арифметическим операциям сложения, умножения, деления.
- ✖ Вкладом Декарта стала не только система координат, носящая его имя, но также соотнесение реальных физических движений с алгебраическими понятиями переменной величины и функции.
- ✖ Разрабатывая аналитическую геометрию, Декарт вводит физический принцип движения в математику
- ✖ Рациональная механика Ньютона обобщила законы таких видов механического движения как колебания маятника, свободное падение тел, движение тел по наклонной плоскости, по окружности, движение планет (законы Кеплера)
- ✖ И. Ньютон отождествил эту силу с земной тяжестью и дал формулировку закона, известного в физике как закон всемирного тяготения
- ✖ Закон всемирного тяготения дополнил математическое доказательство того, что сила управляет движением планет в Солнечной Системе

Своей натурфилософией Декарт嘗試ался отождествить математическое и физическое пространства через протяжённость (или непрерывность по Аристотелю).

## 2.22 Натурфилософия И. Ньютона

### НАТУРФИЛОСОФИЯ И. НЬЮТОНА

- ✖ Ньютон решает проблему физического обоснования гелиоцентрической системы Галилея-Кеплера
- ✖ Ньютон рассматривал пространство и время как самостоятельные реальности, не влияющие друг на друга и не зависящие от материального мира и его движения.
- ✖ Ньютон выделил два рода пространства и времени: абсолютное и относительное.
  - + **Абсолютное пространство** по своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, всегда остается одинаковым и неподвижным. Предстает неким всемилицем, где происходят мировые события.
  - + **Относительное пространство** – это трехмерное пространство, которое характеризуется рядоположенностью и мерой, определяется нашими чувствами по положению относительно некоторых тел.
    - ✖ В обыденной жизни именно это трехмерное пространство принимается за неподвижное пространство.
  - + **Абсолютное время**, истинно математическое время по своей сущности безотносительно к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью.
  - + **Относительное время**, кажущееся или обыденное время есть точная или изменчивая, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, постигаемая чувствами, как-то: час, день, месяц, год.

Натурфилософия Ньютона оказывается таким основанием последующего развития классической науки.

В своей работе (Математические начала натуральной философии) Ньютон (прежде чем давать какую-то схему расчёта) фиксирует исходные онтологические категории (пространство, время и материальные тела).

Существует три разные субстанции: пространство, время и материальные тела. Существуют и не влияют друг на друга. На этой базе формируется аппарат расчёта движений.

## 2.23 Эмпиризм и рационализм нового времени

### ЭМПИРИЗМ И РАЦИОНАЛИЗМ НОВОГО ВРЕМЕНИ

- ✖ В 17 веке “философствование” по поводу природы сменилось развитием конкретно-научного знания о природных закономерностях.
- ✖ Практическая направленность философии выражается в попытках осознать существо самого познавательного процесса, выявить источник знания, соотношение чувств и разума, понять природу истины.
- ✖ Складываются два основных течения теории познания : эмпиризм и рационализм.
- ✖ Последовательно изложил и обосновал идеи эмпиризма выдающийся английский философ Фрэнсис Бэкон. 1561-1626) – английский философ, родоначальник английского материализма. В трактате “Новый органон” (1620) провозгласил целью науки увеличение власти человека над природой, предложил реформу научного метода – обращение к опыту и обработка его методом индукции.

Эмпиризм и рационализм Нового времени – это своеобразная философия науки, которая сосредотачивается на поиске источника истинного знания и метода.

Эмпиризм – из чувственных ощущений.

Рационализм – из разума.

## 2.24 Истинный метод науки в эмпиризме

### ИСТИННЫЙ МЕТОД НАУКИ В ЭМПИРИЗМЕ

- ✖ Бэкон выявляет недостатки, свойственные догматическому (дедуктивному) и созерцательно-эмпирическому пути познания.
- ✖ Оба недостаточны, ибо догматик подобен пауку, который ткет из себя паутину, а беспорядочное накопление фактов делает ученого похожим на муравья, который все тащит в свой муравейник.
- ✖ Истинный путь познания состоит в умственной переработке материалов опыта. В этом случае ученый подобен пчеле, которая, опираясь на фактическое знание, правильно строит стратегию деятельности и перерабатывает накопленное в нужный результат.
- ✖ Науку, согласно Бэкону, развивает не пассивное созерцание, а эксперимент – намеренное, целенаправленное испытание природы.
- ✖ Главное средство научного исследования – правильный метод, к нему относятся: 1) орудия, совершенствующие способность восприятия, 2) орудия, совершенствующие человеческую мысль. Важнейшей формой совершенствования умозаключений является правильная индукция.
- ✖ В своем учении Бэкон исходит из того, что природа и все ее свойства существуют независимо от человеческого сознания, отражаясь в нем вполне адекватно, то есть человек может вполне доверять своим чувствам, свидетельствующим о свойствах окружающего мира.

## 2.25 Метод индукции

### МЕТОД ИНДУКЦИИ

- ✖ Индукция как способ рассуждения от частного к общему была известна и раньше. Но Ф.Бэкон первый специально исследует ее, внося новые моменты. Сначала он отмечает, какой индукция быть не должна.
  - ✖ Во-первых, не следует стремиться к полной индукции (относящейся ко всем случаям исследуемого свойства), ибо это чаще всего невозможно в силу общности требуемых выводов и конечности числа доступных фактов. Кроме того, даже в случае конечности исследуемого класса вывод не будет содержать ничего нового по сравнению с суждениями о каждом отдельном случае.
  - ✖ Во-вторых, не следует делать поспешных выводов, в основе которых лежит неполная индукция (переход от конечного числа исследованных случаев ко всем случаям данного рода), ибо это ведет к не достоверному, а вероятностному знанию.
- ✖ Ф.Бэкон предлагает элиминативную (исключающую) индукцию, в которой исследование фактов предполагает строгую их организацию в определенные таблицы, иначе говоря, факты подбираются и определенным образом классифицируются.
  - + В современной системе познания это соответствует рассуждению по методу научной индукции, обобщение по бесконечному множеству явлений подкрепляется причинной связью, представленной в той или иной теории.
  - + Кроме того, обобщение производится на основе анализа и отбора фактов. Условия повышения правдоподобия заключения при индуктивном выводе: 1) число случаев, зарегистрированных в посылках должно быть возможно большим; 2) факты, на основе которых делается обобщение, должны быть как можно более разнообразны; 3) рассматриваемые факты должны быть существенными, типичными
  - + Вывод по научной индукции принято считать достоверным.
    - ✖ Например: в результате опытов над некоторыми металлами установлено, что они расширяются при нагревании. Предположение, что все металлы расширяются при нагревании, - вывод по неполной индукции. Он только вероятен. Но затем, используя молекулярно-кинетическую теорию, объясняется механизм расширения, то есть устанавливается причина. В данном случае это особенности строения молекул металлов. Теоретически объясняется тепловое движение молекул всех металлов, которое и приводит к расширению металлических изделий. После привлечения теории утверждение, полученное индуктивно, становится достоверным.

## 2.26 Истинный метод науки в рационализме

### ИСТИННЫЙ МЕТОД НАУКИ В РАЦИОНАЛИЗМЕ

- ✖ Позиция рационализма в методологии познания подчеркивает первенство разума над чувствами в познании, независимость разума от чувственных восприятий. Выдающийся представитель рационализма Рене Декарт.
- ✖ Первый вопрос философии, по Декарту, – это вопрос о достоверности научного знания и методе, посредством которого может быть получено такое знание
  - + Декарт не отрицает роль чувств в познании - они обладают достоинствами наглядности и убедительности, помогают человеку выбраковывать нереализованные в мире логические возможности. Но сами по себе они единичны и случайны, поэтому не могут служить основанием всеобщих и необходимых положений науки.
  - + Идеал достоверного знания Декарт видит в математике. Ее истины абсолютны, полны, вечны и неизменны.
  - + По такому же образцу должны строиться и все другие науки, что невозможно сделать на основе случайного, субъективного, единичного, часто ошибочного чувственного опыта.
  - + Мы можем сомневаться в любом суждении, утверждает Декарт, несомненным остается лишь сам факт сомнения, связанный с мышлением. “Мыслю, следовательно, существую” (“Cogito ergo sum”). Безусловное основание всего знания, по Декарту, - непосредственная достоверность сознания
- ✖ Наличие сознания предполагает интуицию, которая выявляет врожденные идеи сознания. Именно они представляются нам ясно и отчетливо, и с них необходимо начинать процесс познания.

## 2.27 Дедуктивный метод науки в рационализме

### ДЕДУКТИВНЫЙ МЕТОД НАУКИ В РАЦИОНАЛИЗМЕ

- ✖ Декарт строит свой метод как движение мышления в пределах самого мышления без обращения к чувственному опыту. Общие истины как начало познания мы находим тоже в мышлении, то есть метод Декарта развертывается как логическая дедукция и включает в себя четыре правила.
- ✖ **Правило первое.** Необходимо принимать за истинное только то, что воспринимается в очень ясном и отчетливом виде и не дает повода для сомнения.
  - + неотъемлемое свойство мышления - способность отличать несомненные истины и переживать их очевидность как ясность и отчетливость. Эту способность мышления - "естественный свет" разума – он называет рациональной интуицией.
  - + Несомненные истины, присущие нашему сознанию, схватываемые рациональной интуицией - это универсальные понятия (бытие, Бог, число, длительность, телесность и т.д.) и универсальные суждения ("у ничто нет свойств", "у всякой вещи есть причина", "целое больше части", "два плюс два - четыре" и т.д.).
- ✖ **Правило второе.** Необходимо делить каждую сложную вещь на более простые составляющие, дабы затем устремить внимание на эти простые части. Речь идет о выделении мыслительных единиц исследуемой проблемы, которые прямо связаны с установленными врожденными общими истинами.
- ✖ **Правило третье.** В познании следует идти от простейших, т.е. элементарных и наиболее для нас доступных вещей, к вещам более сложным и трудным.
- ✖ **Правило четвертое.** В рассуждении о проблеме нельзя делать пропусков, перескакивать от посылок к неоправданному выводам. Строгий логический вывод предполагает необходимость перехода от одних посылок к другим и не может быть основан на произвольном выдергивании некоторых шагов в рассуждении.

## 2.28 Классическая наука

### КЛАССИЧЕСКАЯ НАУКА

- ✖ XVIII век принято считать веком окончательного оформления классической науки
  - + Ближе к его концу складывается классический тип научной рациональности, определивший дальнейшее развитие европейской науки как точного экспериментального естествознания.
- ✖ В XVIII веке утверждается социальный статус науки как особой сферы деятельности.
  - + Академии наук становятся центрами культуры и общественного прогресса.
  - + Научное знание и распространяется во всех европейских странах.
  - + Авторитет научного знания поддерживается властными структурами.
- ✖ Ведущими центрами естествознания в этом столетии становятся Парижская, Берлинская и Петербургская Академии наук.

Социальный статус науки как особой сферы деятельности и не просто сферы познавательной деятельности, но и сферы профессиональной и академической деятельности.

Основой для классической науки стало точное экспериментальное познание (исследование) природы.

### 3 Лекция 23.11.2023 (Шипунова О.Д.)

## Лекция 3. Концепции философии науки.

Традиция теории  
познания рационализма  
в XVIII-XIX вв  
Немецкая классическая  
философия

Эмпиризм в XVIII-XIX вв

Позитивистские  
концепции в  
философии науки

Эмпириокритицизм о  
проблеме обоснования  
фундаментальных  
понятий и принципов  
науки

Неопозитивистская  
концепция в философии  
науки.

XVII век считается началом не только научной революции, но и началом отдельной научной философской дисциплины – теории познания, которая рассматривает проблемы метода науки и источника.

Эта проблема остаётся и в дальнейшем, и она очень усиленно обсуждается и в самой науке, и в философии науки.

Как традиции эмпиризма и рационализма отражаются в XVIII-XIX веках.

## 3.1 Критическая философия Иммануила Канта

Традиция  
рационализма в  
XVIII-XIX вв  
Критическая  
философия  
Иммануила  
Канта (1724-  
1804)

- Основной вопрос критической философии, по Канту
  - как возможно познание мира человеком, и если человеческое знание, как и сам человек, не безгранично, то где границы его познания.
  - Границы познания, по Канту, связаны с соотношением сущности вещей и ее проявлением, которое доступно в чувственном опыте.
    - Граница между вещью-в-себе и явлением неустранима.
    - Душа как субстанция, мир как целое — это вещи-в-себе, т.е. объекты, которые не могут быть никогда даны в чувственном познании, а следовательно, в отношении них никогда не может быть достоверного знания.
- Кант различает два вида знания по способу его получения субъектом
  - **Апостериорное, опытное знание**, основанное на эмпирических данных, т.е. (дословно - после опыта)
  - **Априорное, внеопытное знание** (дословно - до опыта) имеет всеобщий и необходимый характер, апостериорное знание — не обладают таким свойством.
  - Априорными знаниями являются научные законы, постулаты, относящиеся к целому классу вещей, явлений, состояний, например, все тела протяжены.
    - Из опыта мы знаем, что то или это тело протяженно, но когда мы утверждаем, что все тела протяжены, мы совершаляем внеопытный скачок мысли - она переходит в ту сферу, которая опытом не обусловлена.
    - Всеобщее знание (априорное) не может быть выведено из опыта, так как опыт никогда не завершен — исследователь никогда не увидит все тел, но изучив лишь некоторые из них выводит закон природы.
    - Таким образом, получается, что при высказывании всеобщих и необходимых теоретических суждений мы мыслим иначе, чем при простом обобщении опытных данных.

Продолжателем традиции рационализма, родоначальником которой выступает Рене Декарт (у него обозначена проблема дуализма знания и опыта, психофизического дуализма), является Иммануил Кант и его критическая философия.

Остаётся тот же самый вопрос: как возможно познание мира и есть ли у него границы?

Пытаясь выяснить как познаёт мир человек, Кант обнаруживает границы познания. И они обозначены у него жёстким разделением сущности вещей (или вещь-в-себе он это называет) и явления. Познавать мы можем только то, что мы наблюдаем (что является нам в опыте), но сама сущность (которая фиксирует качество вещи по Аристотелю) остаётся скрытой. Как бы разум не пытался познать (особенно в универсальном варианте), он оказывается ограничен и попадает в противоречие (антиномию).

Вещь-в-себе Канта = наука не может познать сущности вещей, а познаёт только то: что является в опыте. В этом отношении Кант как бы наследует и эмпиризм, и рационализм.

В априорном (внеопытном) знании Кант следует точно постановке Декарта.

## 3.2 Учение Канта об априорных формах

### Учение Канта об априорных формах

- Кант выделяет уровни познания мира человеком в соответствии со способностями его души
  - Чувственность (способность восприятия)
  - Рассудок (способность категорических суждений)
  - Разум (способность умозаключений, доходящих до понятия о целостности явления)
- *Априорные формы чувственности: пространство и время.* –образуют необходимое основание для форм рассуждения (мышления)
  - Пять каналов поступления опытного знания (зрение, осязание, вкус, обоняние, слух) лежат в основании способности получать впечатления от предметов, которую Кант связывает с чувственным восприятием (созерцанием, перцепцией)
  - По Канту, пространство и время — не характеристики вещи, а способы, в которых мы созерцаем вещь, способы интеграции ощущений в определённые структуры, которые придают очевидность, непосредственность и достоверность воспринимаемым явлениям,
- *Априорные формы рассудка* представлены категориями: количества (единичное, множество, целое), качества (реальность, отрицание, ограничение), отношения (причина - следствие) и модальности (возможность, необходимость, случайность).
  - Под эти категории Кант подводит всякое содержание знания, поставляемое чувственностью. Категории придают объективную значимость знания.
  - Однако сами по себе, взятые по отдельности, ни априорные формы чувственности, ни априорные понятия рассудка не дают знания. Для возникновения знания необходимо их объединение - синтез чувственного созерцания и понятий рассудка.
  - Только взаимосвязь чувственности и рассудка может привести к появлению знания: "Мысли без содержания пусты, а наглядные представления без понятий слепы. ...рассудок не может ничего наглядно представлять, а чувства не могут ничего мыслить"
- Сознание предварительно должно привести себя в единство, а потом лишь познавать. Кант фиксирует две формы единства сознания: 1) трансцендентальное единство апперцепции ("самосознание ученого"), 2) продуктивная сила воображения.

Чувственность – способность восприятия с использованием пяти органов чувств (или пяти каналов) поступления информации.

Рассудок – способность рассуждать, придавать объективность восприятиям, которая выражается на уровне категорических суждений. На уровне рассудка мир познаётся через категории (количества, отношения, качества и модальности).

Разум пытается осмыслить мир в целостности явлений и явления.

Важно то, как понимает пространство и время Кант: это определённые формы интеграции восприятий, которые человеку свойственны. Они не относятся к органу чувств, но тем не менее человек их воспринимает. Усвоение пространства и времени через интеграцию тех восприятий, которые дают пять органов чувств (зрение, осязание, обоняние, слух, вкус). Но по отдельности эти пять органов чувств не дают информации о пространстве и времени.

У Ньютона пространство и время – это отдельные субстанции, а по Канту – это формы восприятия.

Самое замечательное утверждение: для возникновения знания необходимо объединение априорных форм чувственности и априорных форм рассудка.

Для того, чтобы получить следующую ступень знания нужно ещё что-то, грубо выражаясь, интеллектуальное усилие.

### 3.3 Учение Канта об идеях и антиномиях разума

#### Учение Канта об идеях и антиномиях разума

- Познание формируется под влиянием двух факторов:
  - объективно существующего предметного мира (вещи в себе) и
  - нашего сознания, которое активно синтезирует, оформляет, организует ощущения в целостный образ
- Деятельность Рассудка эффективна в рамках конечного опыта
- Идеи разума не могут быть даны в опыте, они могут лишь мыслиться нами как безусловные понятия, ориентирующие деятельность рассудка.
  - "Под идеей я разумею такое необходимое понятие разума, для которого в чувствах не может быть дан никакой адекватный предмет", - пишет Кант. Примеры трансцендентальных идей: идея добра как такового, идея совершенного государственного устройства.
- Разум пытается выйти за пределы конечного опыта, познать сверхопытным путем вещи-в-себе., охватить явления в их целостности и подвижности, при этом неизбежно приходит к противоречиям с самим собой .
- Идеи разума априорны и являются подлинной границей разума, отделяя познаваемый мир (мир для нас) от непознаваемого мира, мира вещей- в- себе.

Кант понимает уровень разума по способности понимать мир в его целостности.

Действие рассудка интегрирует чувственный опыт и эффективна в рамках конечного опыта, а разум старается выйти за пределы опыта и понять мир в его скрытых причинах (сущностях).

Разум производит идеи, которые не могут быть даны в опыте.

Антиномия – логическое противоречие, когда 2 противоположных утверждения могут быть равно обоснованы.

## 3.4 Антиномии разума, неизбежные в познании мира

### Антиномии разума, неизбежные в познании мира

- Первая антиномия:
  - Мир имеет начало во времени и ограничен в пространстве. - Мир не имеет начала во времени и границ в пространстве, он бесконечен.
- Вторая антиномия:
  - Всякая сложная субстанция в мире состоит из простых частей и вообще существует только простое и то, что сложено из простого. - Ни одна сложная вещь в мире не состоит из простых частей и, вообще, в мире нет ничего простого.
- Третья антиномия.
  - Причинность согласно законам природы — не единственная причинность, из которой может быть выведены все явления в мире. Для их объяснения необходимо еще допустить также свободную причинность. - Не существует никакой свободы, но все совершается в мире согласно законам природы.
- Четвертая антиномия.
  - Безусловно необходимое существо принадлежит к миру или как часть его, или как его необходимая причина. - Нет никакого абсолютно необходимого существа ни в мире, ни вне его.
- Антиномичный характер идей разума связан с тем, что эти идеи не обеспечены чувственным созерцанием: они только мыслимы.
- То обстоятельство, что Кант считает познание вещей-в-себе невозможным, дало повод для упрека Канта в агностицизме, что представляется проблематичным, поскольку Кант обосновывает возможность научного познания, хотя и считает его не безграничным. .

Агностицизм – мир непознаваем. И у Канта фиксируются границы познания. Но при этом Кант обосновывает возможность научного познания, хотя и считает его не безграничным.

Грубо говоря, Кант оказывается агностиком.

## 3.5 Георг Вильгельм Фридрих Гегель

Георг Вильгельм  
Фридрих Гегель  
(1770-1831гг.)  
создал систему,  
которая считается  
завершающим  
звеном в развитии  
европейского  
рационализма.

- Главные характеристики его философии: объективный идеализм в учении о бытии, диалектический метод в учении о познании, диалектика духа в учении о человеке и общественной истории.
- Обозначив систему взглядов Канта как субъективный идеализм, Гегель формулирует основные позиции, преодолевающие дуализм познающего субъекта и вещи-в-себе:
  - Природа существует независимо от человека и его сознания;
  - Человеческое познание обладает объективным содержанием;
  - Нет абсолютной границы между сущностью и явлением; подвижность этой границы Гегель фиксирует в афоризме: «Сущность является, явление существенно».
  - В природе вещей нет непреодолимых преград для человеческого познания.
    - По Гегелю, познание является познанием сущности, так как видимость не есть нечто субъективное, она есть проявление сущности.
- Главная мировоззренческая установка Гегеля определена тем, что ни природа, ни общество не могут выведены из человеческого «Я». Наоборот, само человеческое сознание должно быть понято как внешнее проявление и выражение внутренней сущности, первоосновы всего существующего. В качестве такой первоосновы, обеспечивающей принципа единства мира, выступает Абсолютная идея - онтологическое абсолютное тождество бытия и мышления.
  - Абсолютная идея - метафора, фиксирующая не только единства мира, но и его внутреннюю связность. При этом мышление в системе Гегеля оказывается не только вне психологии человека, но и вне мира, с одной стороны, но с другой – присутствует в нем как его внутреннее содержание. Мир познаем, поскольку в основе своей логичен: законы мира и законы мышления тождественны.

С Гегелем связывают завершающий этап в развитии европейского рационализма.

Система философии Гегеля получила название панлогизма. Всё развитие мира он выводит из абсолютной идеи, которая выступает основанием всеобщей взаимосвязи, источником развертывания всего природного и человеческого мира и его конечным результатом.

Гегель выступает против Канта и формулирует основные позиции, преодолевающие дуализм познающего субъекта и вещи-в-себе.

## 3.6 Логика развития и диалектический метод познания

### Логика развития и Диалектический метод познания

- Гегель считал себя пантеистом, однако в истории философии его система получила название панлогизма.
- В абсолютной идее он выразил главным образом необходимую закономерность развития мира как целого.
- Логика развития абстрактного целого, развертывания его внутреннего содержания присутствует изначально в мире и определяет его эволюцию.
  - В философии Гегеля Абсолютная идея выступает основанием всеобщей взаимосвязи, источником развертывания всего природного и человеческого мира и его конечным результатом.
- Гегель разрабатывает диалектику как новый рациональный метод познания, позволяющий мыслить целое и постигать развивающееся единство.
- Три закона диалектики: закон противоречия, закон меры (перехода количества в качество) и закон двойного отрицания, - формулируются Гегелем в крайне абстрактной форме как законы развития понятия – абстрактного целого и становятся основанием диалектической логики.

Что приносит Гегелевская философия в теорию познания? Во-первых, он вводит понимание развития мира. Как можно мыслить мир в развитии (не просто в движении механическом, а в развитии)? Как можно мыслить источник движения, не обращаясь к Богу? Основной вклад – логика развития абстрактного целого.

Диалектика – новый рациональный метод познания, который позволяет мыслить целое и постигать развивающееся единство.

Диалектическая логика Гегеля не отменяет традиционную логику Аристотеля, а дополняет её новыми схемами.

## 3.7 Понимание движения в диалектической логике Гегеля

### Понимание движения в Диалектической логике Гегеля

- Для современников Гегеля диалектика становится непонятной, но уважаемой формой спекулятивного философствования.
- Однако даже в абстрактной форме законы диалектики представляют новую логику, позволяющую постигать развивающееся целое через противоречие.
  - Диалектическая логика Гегеля вводит в новую схему рассуждения, отличную от традиционной формальной логики, на которую опирался в своем анализе познавательных способностей Кант.
  - Традиционно закон противоречия регламентирует познание жестким выбором («или - или»).
  - В диалектической логике закон противоречия касается отношения противоположностей в рамках некоторого единства. Эти отношения могут развиваться от сходства к различию, затем к напряженному противостоянию (противоречию), которое неизбежно разрешается. В результате возникает качественно новое единство, и все снова повторяется.
- Логика развития приводит Гегеля к утверждению, что противоречие движет миром.
  - Действительно, любой элемент мира можно рассматривать как некоторое единство, содержащее внутри противоречие, постоянно созревающее и разрешающееся. Поэтому жизненно то, что содержит противоречие, а постоянное движение, наблюдаемое в мире, есть всегда самодвижение.

Логику развития Гегель даёт в абстрактной форме, поэтому она до сих пор сохраняется в виде уважаемой формы спекулятивного философствования.

Гегель создаёт рациональную модель познания, в которой для того, чтобы происходило изменение в движении, не обязательно должна действовать внешняя сила. Противоречие рассматривается как источник движения. Самодвижение. Это отчасти напоминает целевую (целесообразную) причину Аристотеля.

Всё, что сказано по Канту и Гегелю, остаётся в рамках философии. Формируется такая отдельная область – формулировка теории познания.

### 3.8 Развитие теории познания эмпиризма в XVIII в.

## Развитие теории познания эмпиризма в XVIII в.

МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКИЙ	ИДЕАЛИСТИЧЕСКИЙ
<p><b>Томас Гоббс (1588-1679):</b> защищал опытно-экспериментальный метод познания: “Нет ни одного понятия в человеческом уме, которое не было бы порождено первоначально, целиком или частично, в органах ощущения.” Мышление, по Гоббсу, оказывается лишь счетной операцией над знаками – словами. Выступал с позиций атеизма в защиту научного знания.</p>	<p><b>Джордж Беркли (1685-1753):</b> утверждал, что существование вещей и их восприятие тождественны: “Esse est percipi” – существовать значит быть воспринимаемым. Следовательно, нет ничего, кроме ощущений, а их совокупность и есть то, что называется вещами. Тем самым разработал основные идеи солипсизма.</p>
<p><b>Джон Локк (1632- 1704):</b> дает фундаментальное обоснование эмпиризма, показывая как из простых чувственных данных образуются сложные идеи. В борьбе против теории врожденных идей защищал понимание человеческого сознания как <i>tabula rasa</i> (чистой доски), на которой опыт пишет свои письмена.</p>	<p><b>Давид Юм (1711-1776):</b> исходил из того, что человеку даны лишь его чувственные впечатления, которые связаны психологическими ассоциативными связями. Развил последовательный агностицизм, ибо источник впечатлений принципиально непознаваем. Человек может выбирать между ложным знанием и отказом от знания.</p>

В XVIII веке также развивается эмпиризм. Он ближе к конкретным исследованиям. В отношении теории познания эмпиризм далеко расходится с рационализмом.

Традиции эмпиризма связаны с именами Томаса Гоббса и Джона Локка, согласно которым в основе мышления и познания мира лежат ощущения, которые интегрируются. Момент ощущения и восприятия мира являются источником идей, которыми далее оперирует мышление.

Позиция Джона Локка, которая привязывает источник любого знания к ощущениям, получила название сенсуализм. Нет ничего в человеческом мышлении, чего нет в ощущениях. Такая жёсткая позиция, которая потом по разному интерпретируется.

Джон Локк ещё известен своей теорией «чистой доски» (*tabula rasa*). Когда рождается ребёнок, то только потом (в процессе его жизни) опыт и цивилизация «пишут» на нём свои письмена. Другими словами, опыт знания не даётся правом рождения.

Как интерпритируется идея чувственного ощущения как источника знания у Джорджа Беркли? Таким образом, что весь мир человека замкнут на ощущениях и если человек умирает, то и мир, в котором он живёт, схлопывается. Так называемая позиция солипсизма, которая замыкает внутренний мир человека только на ощущениях.

Сам факт ощущения имеет две стороны: с одной стороны мы ощущаем те вещи, которые от нас не зависят, но существуют, а с другой стороны мы фиксируем и интегрируем только те ощущения, которые наши. Таким образом, каждый человек – это своя молекула, которая не связана с другими. У каждого свой мир.

Давид Юм считается основоположником скептицизма и агностицизма в сфере

философии науки. Он наследует идеи эмпиризма, но он трактует знание, получаемое из эмпирического опыта, всегда вероятным и ограниченным. Человек не может только из эмпирических наблюдений явлений установить некие универсальные законы. Опыт с точки зрения Юма – это достаточно узкий и ограниченный источник, и человек к нему привязан (если нет опыта, то и нет знания).

### 3.9 Философия науки в XIX в.

#### Философия науки в XIX в.

- **Представление о науке** формируется под влиянием различных философских воззрений.
  - Значительную роль играют те конкретные научные области, которые формируют базовые представления, определяющие научную картину мира.
  - Вместе с решением фундаментальных вопросов о том, что представляет собой наука и каким образом она развивается, складывается определенный образ науки.
- **Философия науки** сформировалась в XIX в. как область знания, обращенная к разработке методологических и мировоззренческих проблем науки.
  - Термин «философия науки» предложил немецкий философ Е. Дюринг, который поставил задачу разработать логику познания с опорой на достижения науки.
- В XX веке философия науки превратилась в специализированную область исследований.
  - Научно-философское мировоззрение требует от человека значительных интеллектуальных усилий и времени на его освоение.
    - Пользоваться этим способом освоения мира на сегодняшний день способны не более 20% населения планеты. Остальные предпочитают жить в рамках различных вариантов мифологического или религиозного мировоззрения.

Философия науки (как особая область, имеющая свой предмет) складывается в XIX веке под влиянием различных философских воззрений. С одной стороны, научной картины мира, а с другой стороны большое влияние имеет эмпирическая традиция в теории познания, так как в дальнейшем философии науки жёстко стоит на эмпирическом основании, полагая что опыт является главным источником знания.

## 3.10 Становление философии позитивизма в середине XIX века

### Становление философии позитивизма в середине XIX века

- **Общие предпосылки**
  - Возрастание роли точных и конкретных знаний в широкой области социальной жизни.
  - Рациональность и обоснованность действия противостоит общим словам, не подкрепленным и непроверенным опытом рекомендациям, которые развенчиваются как нецелесообразные и даже опасные.
- **Позитивизм** - одно из проявлений влияния на философию стандартов мышления, сложившихся в науках о природе, в математике и логике.
  - К середине XIX в. каждая научная дисциплина стала развивать свои представления об исследуемой реальности и свои методы.
  - Рациональное знание, которое имеет сферу приложения в социальной жизни стали обозначать понятием **позитивная наука**
  - Под сомнением оказалась универсальность механической картины мира, идеалов и методов механистического объяснения.
- **Исходная идея позитивизма** - проведение разграничительной линии между наукой и всеми остальными формами духовной деятельности.
  - Борьба позитивистов с метафизикой не была самоцелью.
  - Эта борьба рассматривалась как средство защиты и обоснования рационального знания в противовес иррационализму и демагогии.

В первом позитивизме фиксируется проблема, которая получила название демаркации (разделения) науки и философии. Формулируется понятие позитивной науки, с которой связывается понятие рациональное знание.

Рациональное знание в духе позитивизма – это только то, которое вырабатывает наука и которое приложимо в социальной жизни.

Универсальные (очень абстрактные) законы философии (которые далеки от социальной жизни) уходят в разряд метафизики.

## 3.11 Первый позитивизм (классический)

Первый  
позитивизм  
(Классический)  
30-гг. XIXв.

Огюст Конт  
(1798-1857) –  
во Франции  
Джон Стюарт Милль  
(1806-1873)  
Герберт Спенсер  
(1820-1903) –  
в Англии.

### • Ключевые термины

- **Позитивное знание** удовлетворяет утилитарному критерию
  - его содержание должно быть сведено к непосредственно «данному» (ощущениям).
- **Научная рациональность** самоцenna и самодостаточна
  - Утверждается автономия науки
    - от культуры, религии, философии, морали, истории
- **Чистая наука** - знание, свободное от философской интерпретации.
- **Научная социология** - «Социальная физика»
  - Принцип естественнонаучного познания распространялся на область биологии и социологии
- **Экономное мышление** – основа позитивной науки
  - Средство удобного описания ощущений субъекта познания.
- **Логика познания** - разработка методов получения нового позитивного знания, индуктивных методов установления причинных связей
  - метод сходства, различия, остатков и сопутствующих изменений (Дж.С.Милль).

В дальнейшем будем отмечать, что последующие этапы развития позитивизма так или иначе начинает рассматривать и фиксировать по содержанию опыта науки. Опыт науки не укладывается в ощущения.

Но в первом позитивизме содержание должно быть сведено к ощущениям.

Экономное мышление предполагает стимул для наиболее удобного описания ощущений субъекта познания.

Специфическая логика познания в системе позитивизма связывает наращивание позитивного знания через усовершенствование метода индукции.

В этой системе логика познания обогащается методами установления причинно-следственных связей.

## 3.12 Огюст Конт

Первый  
позитивизм  
(Классический)  
30-gg. XIXв

Основные  
принципы и  
положения  
О. Конт

- **Принцип демаркации позитивной науки и метафизики**
  - Отказ от поисков первопричин. Эти поиски – бесплодная «метафизика». Стремление к построению, которое должно опираться исключительно на «факты», полезное для применения на практике - позитивное знание.
- **Идея чистой науки.** «Наука сама себе философия».
- **Принцип экономии мышления**
  - Научное знание - «экономное» обозрение многообразия ощущений субъекта и ориентации в будущих ощущениях.
  - Наука и ее законы отвечают не на вопрос «почему», а только на вопрос «как». (О.Конт)
- **Идея научной социологии как позитивной науки**
- **Идея «социальной физики»** как фундамента изучения и реорганизации общества на принципах естествознания. (О.Конт, Г.Спенсер)

Спенсер дополнительно «социальной физике» накладывает позицию «социального дарвинизма».

## 3.13 Джон Стюарт Милль

Первый  
позитивизм  
(Классический)  
30-гг. XIXв

Основные  
принципы и  
положения  
Дж. С. Милль

- **Задачи философии науки**
  - систематизация специального знания,
  - разработка методологических процедур, позволяющих выявлять наиболее перспективные гипотезы и направления в науке
- **Идеализация науки** как единственного эффективного средства решения всех проблем человечества
  - Оптимизм в отношении будущего, связанный с неограниченными возможностями прогресса науки – основание сциентизма
- **Индуктивная логика** - главное средство науки в установлении причинных связей
  - **Метод сходства** - во всех сопутствующих исследуемому явлению обстоятельствах выделяется общее.
    - Вывод: это обстоятельство - причина явления, тем более вероятен, чем больше рассмотрено случаев и чем более они разнообразны.
  - **Метод различия** - сравниваются два максимально похожих случая, в одном из которых имеет место данное явление, а в другом отсутствует.
    - То обстоятельство, которым различаются сравниваемые случаи, будет, вероятно, причиной явления.
  - **Метод сопутствующих изменений** применяется в тех случаях, когда изменение одного явления сопутствует изменению другого.
    - Если при этом другие обстоятельства остаются прежними, делается заключение, что одно из изменяющихся явлений - причина другого.
  - **Метод остатков** применяется в случае, когда известно, что явление вызывается или может быть вызвано комплексом причин.
    - Если известно также то действие, которое оказывают некоторые причины из комплекса, то можно сказать, что остаток действия вызывается остатком причины.

Положения Джона Стюарта Милля в философии науки – это прежде всего задача индуктивной логики (как систематизировать знание, как разработать методологические процедуры позволяющие выявить наиболее перспективные гипотезы и направления в науке).

Выделяет 4 метода установления причинных связей. Всё равно эти методы говорят только о том, что можно построить некоторые вероятные умозаключения или гипотезы.

## 3.14 Герберт Спенсер

Первый  
позитивизм  
(Классический)  
30-гг. XIXв

Основные  
принципы и  
положения  
Г. Спенсер

- Идеал научной рациональности и объективности (впоследствии обозначался как классический идеал рациональности).
  - Построение научного знания - по образцу механики, математики и физики
  - Позитивный научный метод – эмпирический, гипотетико-дедуктивный
  - Принципы классификации наук.
- Идея научной социологии как позитивной науки, в задачу которой входит создание «социальной физики».
- Принципы физики распространяются на процесс познания в области биологии и социологии
- Разработка идеи эволюционизма в ее широком применении.
  - Основание социал-дарвинизма
  - Положение об эволюции Вселенной как закономерном и необходимом процессе.

Понимают, что индуктивного метода не достаточно.

Поэтому вводят понятие позитивного научного метода, который является эмпирическим и гипотетико-дедуктивным. Ставится эксперимент, формулируется гипотеза и дедукций формулируются следствия гипотезы, которые подтверждаются далее в эксперименте.

У Спенсера идея социальной физики опирается не только на физику, но и на биологию.

## 3.15 Второй позитивизм (эмпириокритицизм)

### • Ключевые термины

- Эмпириокритицизм - критика опыта как главного источника научного знания на фоне «кризиса в физике» на рубеже ХХв..

- Попытка интерпретировать явление радиоактивности, приводила к выводу о том, что вещество, т.е. материя (как тогда считали), может превратиться в нечто, не имеющее массы, а это не материя.
  - На первый план вышли чисто мировоззренческие вопросы: что мы изучаем, каково соотношение наших знаний об этом мире с самим этим миром?

- Чистый опыт - «ничей» опыт – единство субъективного и объективного, физического и психического

- Опыт состоит из элементов, он первичен, материя и дух – вторичны

- Нейтральные элементы опыта

- «Ничьи» ощущения, «ничей» опыт – таким должно быть естественное представление о мире.
  - Вместо «исчезнувшей материи» остается вечный и неизменный комплекс элементов опыта, которые в зависимости от рассмотрения могут трактоваться как физические или психические.
  - Опыт представляет собой изначальную реальность, в которой нет расщепления на субъект и объект. Такое расщепление возникает в результате некритического восприятия индивидами чужого опыта.

- Принципиальная координация - Интегральное единство субъективного и объективного, физического и психического, «Я и мира».

- Организм в своем поведении постоянно трансформирует внешнее во внутреннее, а внутреннее во внешнее. Акты поведения выступают одновременно актами понимания мира

- Интроекция (от лат. intro — внутрь, iacere — бросать). Усвоение опыта других людей как своеобразное вкладывание (вбросывание) чужих ощущений и восприятий в мою душу и тело.

- Позднее этот термин стал применяться в психоанализе, обозначив включение в психику индивида взглядов, мотивов, образов, установок других людей.

**Второй  
позитивизм  
(эмпириокритицизм,  
или махизм)**

**Конец XIXв.**

**Р. Авенариус  
(1843-1896)  
Э. Мах  
(1838-1916)**

Второй позитивизм в конечном счёте определяется неясностью самого опыта науки.

Первый позитивизм: что такое чистая наука, что такое позитивная наука?

Второй позитивизм: что такое опыт? Эмпириокритицизм (дословно переводится как критика опыта) строится (крутится) вокруг этого самого опыта, который является источником научного знания. Этот кризис усиливается кризисом физики на рубеже XX века (оказалось, что материя может превратиться в нечто, что не имеет массы).

Опыт первичен, а всё остальное (материя и так далее) вторичны.

## 3.16 Э. Мах

### Второй позитивизм (эмпириокритицизм)

### Основные принципы и положения Э. Мах

- Исходное положение эмпириокритицизма: «существует только опыт».
  - Наш опыт ощущений - это и есть мир, в котором мы живем.
  - Ощущения существуют сами по себе как нейтральные элементы мира.
  - Отказ от признания какой бы то ни было объективности в опыте
- Цель научного познания - накопление опытных данных и наиболее экономное описание элементов опыта.
  - Опытные факты представлены в науке прямыми описаниями, непосредственно фиксирующими наблюдения
  - Научные законы - экономный способ описания ощущений, представляющих данные наблюдения, которые и есть элементы чистого опыта (без метафизики).
    - Мах отмечал невозможность свести к механическим движениям все изучаемые научные процессы.
    - Представления об атомистическом строении вещества - мифологема
- Теории - косвенные описания многообразия наблюдений для удержания в памяти.
  - Теоретические законы, представления и понятия - сжатая сводка опытных данных, способ их упорядочивания.
    - По мере расширения опыта происходит смена теорий. Прежние теории отбрасываются и заменяются новыми, более экономно описывающими опыт.
- Новая модель реальности вместо механицизма
  - Элементы опыта (ощущения) и их функциональные отношения представляют собой единственную реальность, которую можно допустить.
  - Функциональные отношения между элементами мира позволяют сконструировать два типа процессов — физические и психические.
    - Поскольку оба этих типа порождают комбинации одних и тех же элементов, поскольку сами элементы не являются ни физическими, ни психическими. Они нейтральны.

Здесь теории – это просто способ упорядочивания данных (а не отражение универсальных связей).

Теория решается из достоверности, объективности и обязательности.

Выступает против механистической картины мира, указывает на то, что она не достаточна. Пытается создать новую модель реальности, которая опирается не на материю, пространство, время, а на некоторые функциональные отношения между элементами мира.

## 3.17 Р. Авенариус

### Второй позитивизм (эмпириокритицизм)

### Основные принципы и положения Р. Авенариус

- Познание - особый аспект жизнедеятельности.
  - Жизнь - процесс накопления и расходования энергии. Стратегия выживания связана со стремлением организмов минимизировать затраты энергии в процессе адаптации к среде, экономно расходовать свои энергетические запасы.
- Идея принципиальной координации подчеркивала, что опыт представляет собой изначальную реальность, в которой нет расщепления на субъект и объект. Такое расщепление возникает в результате некритического восприятия индивидами чужого опыта.
- Организм в своем поведении постоянно трансформирует внешнее во внутреннее, а внутреннее во внешнее, интегрирует то, что связано с внешней средой, и то, что связано с человеческой активностью.
- Опыт любого индивида не ограничивается только личным чувственным опытом, он расширяется за счет обучения, восприятия опыта других людей.
  - Но в этом процессе чужой опыт, который выступает таким же единством внутреннего и внешнего, как и собственный, воспринимается и оценивается как нечто внешнее.
  - В результате возникает представление о внешнем объективном и внутреннем субъективном, которые затем преобразуются в противопоставление субъекта и объекта, души и тела, материи и сознания.
  - Чувствственный опыт начинает рассматриваться как состояние души, как психическое.
  - Усвоение опыта других людей истолковывается как своеобразное вкладывание (вбрасывание = интроверсия) чужих ощущений и восприятий в мою душу и тело.
- Критика представления о сознании как функции мозга как недопустимого проявления интроверсии, порождающей противопоставление духовного и телесного.
- Критика познавательного отношения субъекта к объекту как зеркального отражения в сознании свойств, связей и отношений внешних вещей, благодаря чему человек может адекватно ориентироваться во внешнем мире.

Авенариусу принадлежит идея принципиальной координации, которая подчёркивает, что опыт сам по себе, представляя некую изначальную реальность, тем не менее существует только в координации (слово координация заменяет слово ощущение).

Если в классическом варианте познавательные отношения субъекта и объекта сводились к зеркальному отражению (тождеству бытия и мышления как у Гегеля), то здесь эти отношения критируются.

## 3.18 Третий позитивизм (неопозитивизм)

Третий  
позитивизм  
(неопозитивизм)  
20-30 гг. XX в.  
Основные  
представители:  
М. Шлик (1882-1936)  
Л. Витгенштейн  
(1889-1936)  
Р. Карнап (1891-1970)  
Г. Райхенбах (1891-1953)  
Б. Рассел (1872-1970).

- **Терминология**
  - Логический атомизм
  - Интерсубъективность
  - Конвенционализм
  - Верифицируемость
  - Физикализм
  - Редукция
  - Формализм
  - Языковая игра
  - Формализованные системы
  - Атомарные и молекулярные высказывания
  - Кумулятивизм
  - Протокольные предложения
  - Язык наблюдения, язык теории и метатеории
  - Значение, смысл, семантический треугольник

Неопозитивизм – следующее развитие позитивистской традиции и оно тоже опирается на проблематичность самого опыта. В основе науки по-прежнему лежат эмпирические данные и ощущения. Неопозитивизм выступает альтернативой эмпириокритицизму, потому что он акцентирует тот момент опыта, который связан со знанием. Опыт знания науки и языка науки. Т.е. в системе эмпирического опыта науки мы должны учитывать не только непосредственно эмпирические данные, которые получаем через ощущения (приборы и так далее), но и то знание, которое мы получаем. И это знание передаётся через язык.

Главная задача неопозитивизма в философии науки – это изучение языка науки и языковых моделей, которые отождествляются с моделями реальности.

## Третий позитивизм (неопозитиви- зм)

20-30 гг. XX в.

Альтернатива  
эмпириокритицизму  
Логический  
позитивизм

- Отказ от признания «чувственных данных» субстанциальной основой мира
- Исходные предпосылки всякого познания в неопозитивизме - «события» и «факты», находящихся в сфере сознания субъекта.
  - Признается различие между «голыми» ощущениями и результатами их рациональной обработки. Ощущения - «материал познания», исходная данность, с которой в процессе познания можно манипулировать.
- Предмет философии науки – язык науки как способ выражения знания.
  - Задача философии – устранение псевдо-проблем, возникающих из-за неправильного употребления языка,
  - Построение идеальных моделей осмыслиенного рассуждения с использованием аппарата математической логики.
  - Представление о творческой роли мышления, которое преобразует и расширяет опыт.
- В учении неопозитивизма о логических (теоретических) конструкциях подчеркивалось тождество
  - объекта и теории объекта.
  - «объективного факта» (существующего независимо от процесса познания) и «научного факта» (зафиксированного в системе науки с помощью знаковых средств).
- Приоритет в системе науки логики и математики как дедуктивных построений, опирающихся на произвольные соглашения (конвенции).
- Разрыв формального языка науки (в лице логики и математики) и сферы чувственного опыта
- Превращение формального начала и вообще языка в главный объект философии науки, почему это течение было названо логической разновидностью позитивизма.
- Логический позитивизм сложился в 1923 г. в Венском университете под руководством Морица Шлика (1882-1936).

## Третий ПОЗИТИВИЗМ (неопозитивизм) 20-30 гг. XX в.

Концепция  
логического  
атомизма Б.Рассела

- Истоки: проблема обоснования математики, парадоксы теории множеств.
- Парадоксы возникают в результате смешения уровней абстракции, когда один термин может обозначать абстракции разного уровня.
- Эта идея была положена в основу теории типов, которая требовала четко разделять абстракции разных уровней и налагала запреты на их смешение.
  - Она требовала различать язык, который говорит о признаках некоторого класса объектов, и метаязык, который говорит о классе классов.
  - Парадоксы теории множеств, согласно Расселу, являются результатом смешения языка и метаязыка.
- Простые высказывания, из которых образуются сложные, Рассел называл атомарными, а сложные — молекулярными. Он придал им гносеологическую трактовку.
- **Атомарные высказывания** непосредственно фиксируют реальное «положение дел», присущие реальным предметам свойства или отношения.
- **Молекулярные высказывания** опосредованно описывают реальность, положение дел. Их истинность обосновывается редукцией к атомарным.

## Третий позитивизм (неопозитивизм) 20-30 гг. XX в.

Логический  
позитивизм  
Л.Витгенштейн

- Л.Витгенштейн истолковал язык пропозициональной логики как модель мира, находящуюся к нему в отношении отображения.
- Принцип однозначного соответствия между структурой языка и структурой мира.
  - Предложение выступает как образ факта, как его изображение. Оно по своей логической структуре должно быть картиной факта.
  - Факт — это то, о чём говорится в предложении, это то, что делает предложение истинным.
  - Логический анализ, проясняющий логическую структуру языка, выявляющий ее природу как повествование о фактах. В этом случае язык будет показывать структуру мира. Он не описывает эту структуру, но демонстрирует ее.
  - Границы языка и есть границы мира.
- Противопоставление теоретического знания, как обоснованного, эмпирическому – необоснованному (изменчивому).
  - В науке существует «словарь опыта и «словарь теории».
  - Язык наблюдения независим от языка теории. Опыт и теория говорят на разных языках.
- Протокольное предложение (высказывание) фиксирует данные чистого опыта, обладающего безусловной достоверностью и нейтральностью по отношению к теоретическому знанию.
- Выдвинули кумулятивную модель развития научного знания.
  - Научных революций не может быть, поскольку новая теория включает в себя старую, как частный случай, ее можно дедуцировать с помощью логических правил из новой теории, Понятия старой теории не изменяют своего значения при переходе к новой теории
  - Образец науки – теории математической физики. Все научное знание должно иметь аксиоматический и гипотетико-дедуктивный строй.
- Философия науки – сама является наукой (аналитическая философия).
  - В ней должна быть одна общезначимая, признанная методологическая концепция.
  - Логический позитивизм как философию науки характеризуют три методологических принципа: принцип верификации, конвенционализм, физикализм.

Научный факт – это не то, о чём говорится в предложении, а то, что делает это предложение истинным.

Мы видим только тот мир, который мы понимаем.

Есть язык опыта, а есть язык науки.

Научных революций быть не может, а каждое знание развивается как наращивание и расширение.

Принципы логического позитивизма: принцип верификации, конвенционализм, физикализм.

### 3.19 Методологический принцип верификации

Третий  
позитивизм  
(неопозитивизм)  
20-30 гг. XX в.

Логический  
позитивизм  
Методологический  
принцип  
верификации

- Идея совершенного языка науки в отличие от обыденного (Бертран Рассел)
- Принцип верификации (лат. verus-истинный, facere-делать)
  - призван осуществить «демаркацию» (разграничение) между утверждениями, имеющими смысл для науки, и утверждениями, лишенными научного смысла.
  - Поскольку обыденная речь из-за своей многозначности и неопределенности для целей науки малопригодна
- Принцип верификации гласит:
- только то предложение имеет смысл, которое хотя бы в принципе, прямым или косвенным образом, допускает сведение к предложениям, обозначающим непосредственный чувственный опыт индивида или протокольным предложениям ученого (фиксация опыта в предложении).

Принцип верификации в практическом виде – это сведение утверждений науки (утверждений фактов) к проверяемым протокольным суждениям, которые можно проверить в опыте.

Очень жёсткий принцип верификации. С одной стороны он следует принципам эмпиризма, а с другой стороны он не позволяет проверить очень общие универсальные утверждения, которых в науке гораздо больше, чем протокольных.

## 3.20 Методологический принцип конвенционализма

### Логический позитивизм Методологический принцип конвенционализма

- Конвенционализм постулирует существование в науке произвольных соглашений, действующих в виде исходных (аксиоматических) положений логической структуры науки.
  - Развивая этот принцип, Р.Карнап в 1934 году предложил «принцип терпимости», согласно которому можно выбирать («можно терпеть») любую избранную решением субъекта непротиворечивую логическую систему.
  - Это привело к вопросу о мотивах выбора тех или иных конвенций.
  - Основатель логического позитивизма М.Шлик считал, что при выборе аксиом надо стремиться к простой формулировке законов природы.
  - Принцип конвенционализма был связан с признанием «свободы» в формальных построениях, но, в сущности, отрицал, что сама эта «свобода» обусловлена многообразием мира, существующим независимо от субъекта.
- Из сочетания принципов верификации и конвенционализма вытекало понимание строения науки как совокупности условных теоретических конструкций, создаваемых при помощи условных логических средств на базе эмпирических (фактуальных) констатаций ("протоколов") и поддающихся затем сведению (редукции) к этим протоколам.
- Индуктивные обобщения играли среди этих средств значительную роль. Связанные с ними трудности вызвали среди неопозитивистов разногласия, в результате сложилась гипотетико-дедуктивная схема построения науки.

Конвенционализм: положения, которые не выводимы из опыта, а просто постулируются. Так как не выводятся из опыта, то поэтому требуют соглашения. Далеко не все положения сразу безоговорочно признать.

## 3.21 Методологический принцип физикализма

### Логический позитивизм Методологический принцип физикализма

- **Физикализм** - требование адекватного перевода предложений всех наук, содержащих описание предметов в терминах наблюдения, на предложения, состоящие исключительно из терминов, которые употребляются в физике.
  - Философы в XVII в. пытались уложить все науки в прокрустово ложе механики, а неопозитивисты - математической физики, по ее состоянию на 30-е годы XX в.
  - В первой половине 30-х годов физикализм пережил полосу бурного расцвета, а затем началось его быстрое падение.
- Распад физикализма привел к обеднению неопозитивистской доктрины, чему также способствовало «ослабление» принципов верификации и конвенционализма.
  - Первый из них был сведен к общему пожеланию о подкреплении утверждений опытом, а второй к не уточненному далее отрицанию опытного происхождения законов логики и математики.
- Поставленные неопозитивизмом проблемы
- Интерсубъективности предложений науки, продуктивности теоретического знания и мышления
- Проблема значения и смысла – проблемы семантики.
- Задача логического анализа языка науки,
- Единство (унификация) науки и методологии, которая бы обеспечила прогрессивный рост научного знания.

Поставленные неопозитивизмом проблемы.

Интерсубъективность говорит о том, что некоторые предложения становятся общезначимыми. Не потому что они истинны или доказаны, а потому что они признаны в виде аксиом или постулатов. Этот принцип интерсубъективности подчёркивает различие объективности той или иной теории и её признания научным сообществом.

Также неопозитивисты акцентируют продуктивную природу теоретического знания и мышления. Включают опыт мышления и логического построения в опыт науки.

Одна из главных проблем: проблема семантики, которая связана с языком как знаковой системой. То есть та система, которая как раз имеет отношение к наращиванию опытом знанию.

## 3.22 Язык – знаковая система

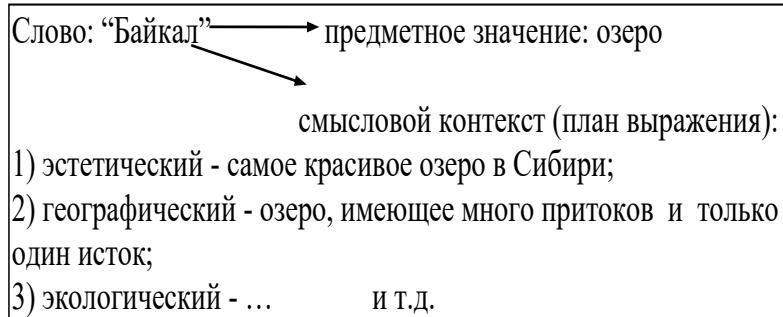
**Язык – знаковая система**  
**Значение, смысл,**  
**семантический**  
**треугольник**

- Всякий знак имеет два значения - предметное и смысловое.
- **Предметное значение** - это объект, который представлен знаком (обозначен). Предметное значение знака определяет его содержание.
- **Смысловое значение**, или смысл знака – это характеристика объекта, представителем которого выступает знак.
  - Смысловое значение всегда предполагает тот или иной план выражения (или контекст).
  - Информация об этом обозначенном предмете (объекте, явлении) может подаваться в разном контексте..
- Таким образом, знак в пространстве коммуникации порождает некоторое смысловое поле вокруг обозначенного предмета, допуская различные способы его характеристики. Что, в свою очередь, порождает проблему взаимопонимания.
- Язык – знаковая символическая система, которая выступает наиболее эффективным средством коммуникации в человеческом сообществе.
  - Языковые знаки – слова, которые имеют всегда предметное значение. Смысл написанных или произнесенных слов позволяет выделить различные уровни информации о предмете, явлении, событии.

С другой стороны, язык науки развивается по своим законам. Поэтому разные уровни информации вписаны в сам язык науки.

**Семантический**  
**треугольник**  
**образован**  
**тремя вершинами:**  
**слово- значение-**  
**смысл**

*Пример.*



Главная цель использования знаков - эффективная передача информации.  
 Всякая система знаков имеет три аспекта: *синтаксический*, *семантический*, *прагматический*.

Семантический треугольник присущ любому термину. Любое слово как термин

имеет предметное значение и смысловой контекст. И этот контекст оказывается разным. Смысловой контекст может трактоваться по разным каналам.

Семантический аспект = смысловой аспект.

<i>Синтаксический аспект знаковой системы</i>	<i>Семантический аспект знаковой системы</i>	<i>Прагматический аспект знаковой системы</i>
представлен правилами образования и преобразования выражений, имеющих смысл.	представлен устойчивыми значениями и смыслом знаков в данной системе. Главный вопрос семантики: что стоит за знаком?	выделяет отношение человека к знаковой системе (как она воспринимается, доступна или нет, вызывает ли отрицательные последствия)
<i>Пример: Светофор как знаковая система</i>		
Правила подачи сигналов, регулирующие движение пешеходов и машин.	Смысл красного цвета - "стой!". Смысл желтого цвета - "жди!" Смысл зеленого цвета - "иди!"	Всегда ли человек хорошо воспринимает сигналы (знаки) светофора, всем ли понятно их значение. Если цвета меняются слишком быстро, восприятие знаков затрудняется.

Естественные системы знаков складываются стихийно в процессе жизнедеятельности людей или животных. К естественным знакам относятся: естественные языки (русский, английский, испанский и др.), запахи, позы у животных. Специфика знаковой деятельности у животных выражается в том, что она непосредственно привязана к чувственным инстинктивным формам проявления потребностей и ограничена естественными знаками в виде запахов, поз, криков. Искусственные системы знаков создаются человеком сознательно с определенной целью. Например, дорожные знаки, нотные знаки, математические знаки, искусственные языки (языки программирования).

## 3.23 Проблемы семантики

### Проблемы семантики

- Проблема понимания может возникать на каждом из трех уровней действия знаковой системы:
  - на синтаксическом - из-за незнания правил образования выражений или их пренебрежением (известный пример из сказки: «Казнить нельзя помиловать», - показывает, как легко изменить смысл утверждения на противоположный в зависимости от постановки запятой);
  - на семантическом - из-за различия в интерпретации знаков и выражений, примеры многозначности слов дает омонимия, полисемия;
  - на прагматическом – из-за психического барьера в восприятии речи или знака.
- В философии подчеркивается, что условия понимания располагаются на трех уровнях: семантическом, рефлексивном, экзистенциальном.
- Реальность, на которую направлено мышление субъекта в процессе понимания, всегда определенным способом освоенная реальность.
- В мире человеческой культуры это, прежде всего, языковая реальность.
- События «проговариваются» во внутренней речи и предстают для субъекта как текст, требующий интерпретации, которая никогда не может быть завершена и не может быть отделена от самопонимания интерпретатора

Если мы берём более широкий контекст системы понимания в философии, то условия понимания помимо простых (языковой традиции) рассматриваются ещё на рефлексивном и экзистенциальном уровнях.

Неопозитивизм вознаградил не только науку, но и открылись совсем новые дисциплины, такие как семантика, символика и так далее.

## 4 Лекция 30.11.2023 (Шипунова О.Д.)

### Лекция 4. Постпозитивистские концепции в философии науки

- Критический рационализм  
Карла Поппера
- Концепция исследовательских  
программ
- «Историческая школа»  
в постпозитивизме  
Томас Сэмюэл Кун
- Эпистемологический анархизм  
Пол Фейерабенд
- Проблема механизмов  
развития науки
- Эволюционная эпистемология
- Концепция личностного  
знания
- Психологические аспекты  
научной деятельности
- Рационалистические  
концепции в психологии  
личности

Постпозитивизм выступает альтернативой предыдущим течениям. Постпозитивизм пытается создать такие системы, которые в известной степени отрицают ту систему философии науки, которая сложилась до этого (и получила название логический позитивизм).

Общая традиция в постпозитивизме связана с тем, что он вообще выступает против исходных положений логического позитивизма (которые связаны с тем, что основной метод познания – индуктивный).

Постпозитивизм выступает своего рода критической философией.

## 4.1 Постпозитивистские концепции в философии науки

### Постпозитивизм Критика логического позитивизма Влияльное течение в современной философии науки

- Начало постпозитивизма связано с развитием взглядов Карла Раймунда Поппера (1902-1995), английского философа и социолога, определившего свою позицию как критический рационализм, противостоящий логическому позитивизму.
- Следствия теоретико-познавательной программы К. Поппера
  - новое предметное поле исследований в философии науки
  - позиция культурологического и методологического плюрализма
  - признанию относительности рационального и иррационального, научного и ненаучного.
- Постпозитивизм - одно из главных направлений в разработке философии, методологии и истории науки на Западе, во многом задают тон в исследовании общемировоззренческих вопросов и проблем культуры.
  - Крупнейшие представители Т. Кун, П. Фейерабенд, Дж. Агасси, С. Тулмин, И. Лакатос, Дж. Уоткинс, Г. Альберт, Х. Шпинер и др.
  - По своим теоретическим и социально-политическим позициям эти философы существенно различаются между собой. Общим для них является то, что все они полемизируют с позитивизмом.

Первый критик, который выступает в этом контексте – это Карл Поппер (создатель системы критического рационализма).

Он критикует два главных устоя (или истока) предыдущего течения. В прошлый раз обсуждали, что логический позитивизм формулирует 3 основных методологических принципа в системе науки: принцип верификации, принцип конвенционализма и принцип физикализма. Так вот критики (в частности критическая философия Карла Поппера) направлена против принципа верификации и принципа конвенционализма.

## 4.2 Критический рационализм Карла Поппера

### Критический рационализм Карла Поппера Принцип фальсификации

- Критика двух главных устоев логического позитивизма - принципов верификации и конвенционализма с точки зрения односторонности индуктивизма и психологизма в теории познания.
  - Индуктивизм являлся неявной опорой для неопозитивистской концепции редукционизма и принципа верификации
- Проверка научной осмысленности и истинности научных теорий должна осуществляться не через их подтверждение, а преимущественно (или даже исключительно) лишь через их опровержение.
  - Достаточно одного, но вполне бесспорного, опровергающего факта для того, чтобы индуктивное обобщение было опровергнуто.
- Неодинаковую роль подтверждающих и опровергающих фактов Поппер назвал познавательной "ассиметричностью". На этом основании Поппер провозгласил замену принципа верификации (т.е. подтверждения) принципом фальсификации (т.е. реально существляемого опровержения).
  - Собственно научных утверждений (а значит и теорий) не существует: имеют место лишь гипотезы, которые никогда в статус истинных научных теорий перейти не смогут. Они находятся лишь во временном употреблении.
  - Любые относительные истины - лишь принятые на времена заблуждения.

Здесь с одной стороны фиксируется принцип верификации так, как он был сформулирован в предыдущем течении. Он предполагает сведение любых утверждений в науке к протокольным суждениям и проверке на опыте и личных ощущениях. Это очень узкая позиция сенсуализма. А с другой стороны, индуктивный метод (от фактов к обобщению) всегда подвержен критике, потому что индуктивное рассуждение не может привести к достоверному заключению, а приводит к вероятному.

Таким образом, принцип верификации либо требует соглашения, либо он требует фальсификации (как говорит Поппер). Когда говорят о принципе фальсификации Поппера, то он опирается на критику индуктивной логики.

Поппер требует заменить принцип верификации принципом фальсификации.

## Критический рационализм Карла Поппера

Третий мир – мир  
объективного знания  
(наряду с физическим  
и ментальным)  
История науки

- Проблема социокультурной обусловленности научного познания и поворот от логики науки к анализу ее исторического развития.
- Научное познание Поппер включает в более широкий контекст взаимодействия человеческого сознания и мира.
- Три слоя реальности (три мира), взаимодействие которых определяет развитие науки.
  - Первый мир — это мир физических сущностей;
  - второй мир — духовные состояния человека, включающие его сознательное и бессознательное;
  - третий мир — это мир «продуктов человеческого духа», который включает в себя средства познания, научные теории, научные проблемы, предания, объяснительные мифы, произведения искусства и т.п.
- Объективированные идеи третьего мира живут благодаря их материализации в книгах, скульптурах, различных языках.
- Порождение новых идей, гипотез и теорий является результатом взаимодействия всех трех миров.

Следующее достижение (нововведение), которое Карл Поппер вводит в систему философии науки – это идея третьего мира знания. Он, строго говоря, рассматривает структуру реальности через 3 уровня (через 3 мира).

Третий мир – это мир знания.

Важно, что этот мир знания существует отдельно и независимо от каждого индивидуального субъекта познания. И этот мир знания – то, с чем работает наука.

## Критический рационализм Карла Поппера

### Рост знания Идея эволюционной эпистемологии Открытое общество

- Для осуществления “роста” знаний, согласно Попперу, достаточно элементарного метода проб и ошибок, который и был признан им в качестве главного метода научного мышления.
- Положение эволюционной эпистемологии
  - Развитие знаний происходит через смену научных теорий точно так же, как происходит развитие органической жизни через смену видов, борющихся друг с другом, причем одни вымирают, а другие побеждают
- Прогресс науки состоит в последовательности сменяющих друг друга теорий путем их опровержения и выдвижения новых проблем.
- Модель развития научного знания Поппер :
  - $P_1O \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2O$ ,
  - где  $P_1O$  — исходная проблема,  $TT$  — ее предположительное решение — гипотеза, или «пробная теория» (tentative theory),  $EE$  — устранение ошибок (error elimination) путем критики и экспериментальных проверок и  $P_2O$  — новая проблема.
- Регулятивной идеей поиска истины, согласно этой схеме, является сознательная критика выдвигаемых гипотез, обнаружение и устранение ошибок и постановка новых проблем.
- В процессе выдвижения гипотез участвуют не только собственно научные представления, но и философские идеи; на этот процесс могут оказывать влияние образы техники, искусства, обыденный язык, подсознательные идеи.

Поппер строит определённую эволюцию научного знания. В дальнейшем появляется термин эволюционная эпистемология (или эволюционная теория познания), где он предлагает модель смены научных теорий.

Если брать модель развития научного знания Поппера (абстрактную, которая не завязана на сознании человека, а завязана только на росте научного знания, как растёт знание в третьем мире), то она представлена следующим образом: сначала есть некая исходная проблема, дальше её предположительное решение или «пробная теория», далее эту гипотезу либо поддерживают экспериментальные результаты, либо опровергают, и затем формулируется новая проблема. Т.е. метод фальсификации Поппера работает в этом случае, когда проводится решающий эксперимент и отбрасываются гипотезы или переформулируются в новую проблему.

Важно то, что Поппер подчёркивает, что в процессе выдвижения гипотез участвуют не только собственно научные представления, но и другие идеи, поскольку его исходная позиция — это взаимосвязь трёх миров (мира природы, мира сознания человека и мира знаний), то соответственно мировоззренческие идеи и так далее тоже участвуют в процессе выдвижения гипотез.

## 4.3 Научное знание

Научное знание – целостная система, погруженная в историческую социокультурную среду.

Иллюстрация связей в семантическом пространстве культуры

### Средние века

Религиозное мировоззрение:  
Мир создан Богом, един и один, имеет начало и конец.

Гносеологический принцип:  
телеологический детерминизм (причина в Боге, непознаваема).

Доминирующий метод - дедукция

Теоретическая установка: общество – сословное иерархическое образование, предопределенное свыше, эсхатология в понимании исторического процесса.

Теоретические модели общества:  
теократическое государство, абсолютная монархия.

### Новое время

Мировоззренческий дуализм: мир природы закономерен, но имеет божественное начало.  
Мир – совокупность тел, движущихся в абсолютном пространстве

Гносеологический принцип:  
механистический детерминизм. Идеал науки: эксперимент и гипотетико-дедуктивный метод

Теории: классическая механика, классическая математика.

Общество – множество обособленных элементов, социальных атомов, взаимодействующих через эгоистический интерес.

Теоретические модели: общественный договор, социальные утопии.

### Социокультурный контекст науки в XX веке.

Мир – органическая развивающаяся целостность.

Гносеологический принцип: детерминизм, всеобщая взаимосвязь явлений, развитие. Метод – диалектический, системный.

Теоретические установки в науке: принцип дополнительности (физика), системности, исторический и генетический подход в биологии, социологии, структурно-функциональный в физиологии.

Теории: эволюционная теория, общая теория систем, теория функциональной системы. В социальной философии – понимание исторического процесса как закономерного естественно-природного, естественноисторического, объективно-логического, социально-психологического, культурно-исторического развития общества как целого.

На этом слайде проиллюстрирована идея о том, что любая теория (или теоретическое знание) погружена в некий более широкий контекст или какие-то социокультурные представления, которые раньше в науке устранились (через принцип демаркации всех нерациональных не позитивных наук).

Здесь можно проследить такую взаимосвязь: как мировоззрение влияет на принцип познания причин и следствий и те теоретические установки, которые формулируются в данную эпоху.

Это иллюстрация к тому, что в данном случае произошло в системе постпозитивизма, когда в объяснение развития науки вводится совсем другой некий элемент, который назван миром знания (третим миром), и как он вписывается в разные эпохи (его структура в разные эпохи). Мир знания очень широк и включает в себя не только науку, но и другие слои знания (явно или неявно), которые в обществе существуют.

## 4.4 Концепция исследовательских программ Имре Лакатос

**Концепция  
исследовательских  
программ**

**Имре Лакатос  
(1922-1974)**  
британский  
философ и историк  
науки

- Идея устойчивости фундаментальных теорий по отношению к отдельным фактам-фальсификаторам.
- Исследовательская программа – организация комплекса взаимодействующих и развивающихся теорий, включает такие элементы:
  - ядро программы - фундаментальная проблема, идея, представление
    - сохраняется при появлении опровергающих положений
  - предохранительный пояс
    - исследователи, реализующие программу, выдвигают гипотезы, защищающие это ядро.
  - негативную эвристику
  - позитивную эвристику.
- Развитие науки - соперничество исследовательских программ, т.е. концептуальных систем, организованных вокруг некоторых фундаментальных проблем, идей, понятий и представлений, образующих концептуальное «твёрдое ядро» научно-исследовательской программы.
- Развитие науки осуществляется как конкуренция исследовательских программ. Из двух конкурирующих программ побеждает та, которая обеспечивает «прогрессивный сдвиг проблем», т.е. увеличивает способность предсказывать новые неизвестные факты и объяснять все факты, которые объясняла ее соперница.
- Исследовательская программа, которая перестает предсказывать факты, не справляется с появлением новых фактов, не может объяснить их, вырождается.
- Методология исследовательской программы –
  - серии сменяющих друг друга теорий, объединенных определенной совокупностью базисных идей и принципов.
  - «Логика открытия» - ряд правил (даже не особенно связанных друг с другом) для оценки готовых, хорошо сформулированных теорий.

Следующий представитель постпозитивизма – Имре Лакатос.

Выступает против метода фальсификации, поскольку этот метод не позволяет обосновать истинное знание и построить более-менее фундаментальные теории, поэтому его основная идея – как всё-таки развивается наука и что обеспечивает устойчивость научного знания? Эта его идея выражена в понятии исследовательская программа. В данном случае исследовательская программа предполагает комплекс взаимодействующих и развивающихся теорий. Не просто программа, а именно программа для развития теорий, которая имеет определённую структуру.

Гипотезы предохранительного пояса могут быть взяты чисто интуитивно, но формулируются именно для того, чтобы сохранить исходную позицию ядра. Пример: работы Уильяма Гарвина в XVII веке; он известен как автор теории кровообращения в человеческом теле; в то время, когда он работал, уже обнаружили, что кровь в венах и кровь в артериях имеет разный состав, но не могли объяснить, как это происходит; Гарвин, чтобы создать теорию на основании естественного объяснения (без привлечения божественных сил) выдвигает идею, что есть тоненькие сосуды (капилляры), которые соединяют эти два круга; никто не поверил; но эта идея была выдвинута именно как защитная гипотеза теории кровообращения (потому что круг кровообращения тогда ещё не наблюдали); как говорится, угадал.

Негативная и позитивная эвристики предполагают некие исследования или поиск таких факторов, которые либо опровергают, либо подтверждают эту программу (ядро).

«Логика открытия» предполагает ряд правил, согласно которым можно

сформулировать новые идеи и новые теории. Именно «логика открытия» связана с понятием эвристики.

## 4.5 Эвристика

### Эвристика

- В настоящее время с понятием «эвристика» связывается и момент открытия, внезапного озарения (инсайт) и методы, направляющие и сокращающие поиск решения.
- В современной литературе слово «эвристический» указывает на поисковый характер деятельности в отличие от действий по алгоритму или стереотипу.
- Предмет эвристики - поисковая деятельность как человека, так и технического устройства, в обобщенном варианте – деятельность системы, способной осуществлять творческий поиск.
- Основная методологическая задача эвристики – построение моделей процесса поиска нового для субъекта (или общества в целом) решения проблемы.
  - В области машинных программ эвристика обозначает метод, в основе которого лежат формулировка возможных вариантов решения (условий, гипотез) и правила, оценивающие их результативность с точки зрения наискорейшего достижения цели.
  - Наиболее интенсивно задача поиска общей структуры и алгоритмов эвристического поиска разрабатывается в области проблем искусственного интеллекта, где сформированы модели слепого поиска, лабиринтная и структурно-семантическая модели эвристической деятельности.
  - Эвристики, построенные на правдоподобных рассуждениях, - программная основа экспертных систем в области интеллектуальных технологий

Эвристическую логику открытия Лакатос формулирует против (или в альтернативу) метода проб и ошибок.

Задача эвристики распространяется не только на действия людей (методологию научной деятельности), но и лежит в основании разработки машинных эвристических программ, которые построены на правдоподобных рассуждениях и развиваются в области интеллектуальных технологий.

## 4.6 «Историческая школа» в постпозитивизме. Томас Кун

### «Историческая школа» в постпозитивизме

Томас Сэмюэл Кун (1922-1996) – американский философ и историк науки, одним из первых подчеркнул значение истории естествознания как единственного источника подлинной философии науки.

- Основные произведения: «Коперниканская революция» (1957), «Структура научных революций» (1962).
- Образ науки определяется конкретно-историческим субъектом - **“научным сообществом”**
- Каждое научное сообщество принимает свои **собственные стандарты rationalности**.
- **Парадигма** - достояние научного сообщества, которое принимает ее как теоретическую и методологическую основу для дальнейшей работы.
  - Парадигма - начало всякой науки, поскольку содержит нерешенные вопросы, открывая простор для исследований, и обеспечивая возможность направленного отбора фактов и их интерпретации. Кун отрицает наличие абсолютных и неизменных фактов. Каждая парадигма устанавливает свои собственные факты.
  - История науки предстает как совокупность разобщенных и не понимающих друг друга научных сообществ.
- **Доктрина “исторической школы” Т. Куна**
  - Критерии rationalности так же историчны, как оцениваемые с их помощью научные знания.
  - Научно и rationalально то, что принято в качестве научного и rationalального данным научным сообществом в данный исторический период в рамках признанной парадигмы.

Следующая позиция в постпозитивизме получила название «историческая школа». Её основатель – Томас Кун, который написал всем известную работу «Структура научных революций».

Томас Кун знаменит тем, что он вводит в оборот конкретно-исторический субъект познания, который мы сейчас знаем под термином «научное сообщество». Это достаточно пионерское введение, поскольку до этого момента субъект познания ассоциировался с индивидом (одним человеком и его сознанием). А здесь получается, что субъект познания уже абстрактный субъект, называемый «научным сообществом». Из этого следует, что каждое научное сообщество принимает собственные стандарты rationalности.

Кун вводит понятия парадигмы и доктрины. Парадигма как то основание, которое даёт стандарт научной rationalности в том или ином научном сообществе.

Не случайно Томас Кун относится к тому движению, которое критикует преемственность научного знания (согласно Куну история науки предстаёт как совокупность разобщённых и не понимающих друг друга научных сообществ).

## «Историческая школа» в постпозитивизме

Томас Сэмюэл Кун

Развитие научного знания  
Нормальная наука

- Рациональность и научность в концепции Куна же не совпадают
  - Отличительным признаком науки является не рациональность, а совокупность черт, которыми характеризуется “нормальная наука”
- Нормальная наука - деятельность научного сообщества в рамках единой парадигмы.
- В пределах “нормальной науки” рациональность определяется господствующей парадигмой - это **научная рациональность**.
- Однако наряду с ней существует и **вненаучная рациональность**, которая совпадает со здравым смыслом
- Парадигмы науки несопоставимы.
  - Они заставляют по-разному видеть предмет исследования, заставляют говорить ученых, принявших ту или иную парадигму, на разных языках об одних и тех же явлениях, определяют разные методы и образцы решения задач.
  - Переход от старой парадигмы к новой Кун описывает как психологический акт смены гештальтов, как гештальтпереключение. Он иллюстрирует этот акт описанными в психологии феноменами смены точки зрения, когда на картинке одно и то же изображение можно увидеть по-разному. Например, как кролика или утку.
- Поэтому **развитие научного знания** - процесс дискретный, связанный с этапами революций, прерывающих постепенное, «нормальное» накопление новых знаний.
  - Плавное развитие в период “нормальной науки” прерывается революционными периодами, разрушающими все предшествующее знание.

Ещё одна характеристика рациональности в концепции Куна связана с понятием нормальная наука, то есть отличительным признаком науки в данном случае является не сама по себе какая-то рациональность, а некие признаки или совокупность признаков, которыми характеризуется нормальная наука.

Нормальная наука последовательно развивает интерпретации и методы исследования мира из какой-то одной признанной парадигмы.

Когда начинаем рассуждать о научном знании, то если мы берём систему Куна, то у него всё привязано к нормальной науке, которая фиксирует через парадигму некие знания в научном сообществе. А всё остальное попадает во вненаучную рациональность.

Проводится граница между наукой и здравым смыслом (или обыденным знанием; повседневным рациональным действием).

Переход от одной парадигмы к другой невозможен как последовательная плавная смена и наращивание знания. А переход осуществляется через скачок (или как гештальтпереключение). Поэтому периоды нормальной науки сменяются научными революциями, то есть процесс развития научного знания дискретный.

## «Историческая школа» в постпозитивизме

Томас Сэмюэл Кун  
Научные революции  
Наука и философия.

- Переход от одной парадигмы к другой определен не только внутринаучными факторами, например объяснением в рамках новой парадигмы аномалий, с которыми неправлялась прежняя парадигма, но и вненаучными факторами — философскими, эстетическими и даже религиозными, стимулирующими отказ от старого видения и переход к новому видению мира.
- Характерную особенность философии Кун усматривает в том, что в ней никогда не существовало единой общепризнанной концепции - парадигмы.
- Каждый крупный философ создает свою собственную философскую систему, и философия в целом всегда представляет собой поле битвы различных точек зрения.
- В науке же плюрализм теорий и их взаимная критика чрезвычайно редки, обычное состояние науки характеризуется объединением всех исследований в рамках одной господствующей концепции.
  - Различие между философией и наукой Т. Кун видит в том, что для первой является характерным плюрализм концепций и их взаимная критика, в то время как во второй этого нет.
- Ученые ведут себя подобно философам только тогда, когда должны выбирать между конкурирующими теориями.
- В периоды кризисов наука перестает быть наукой и уподобляется философии.

Возникает проблема: как же всё-таки формируется новая парадигма? На каком основании? Этот вопрос остаётся открытым. Хотя Томас Кун пишет, что в этой смене (переходе) участвуют не только чисто внутринаучные факторы, но и вненаучные (философские, эстетические, религиозные и вообще любые).

Плюрализм = разные точки зрения.

## 4.7 Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда

### Эпистемологический анархизм

Пол Фейерабенд  
(1924-1994)  
Исторический  
релятивизма  
Антикумулятивизм в  
развитии науки

«Против метода. Очерк  
анархистской теории  
познания» (1975),  
«Наука в свободном  
обществе» (1978),  
«Проблемы эмпиризма.  
Философские заметки»  
(1981)

- Обозначена реальная и очень важная проблема философии науки, которую игнорировал позитивизм, – проблема исторического изменения научной рациональности, идеалов и норм научного исследования.
- Концепции научной рациональности П. Фейерабенд противопоставляет концепцию исторического релятивизма, согласно которой стандарты рациональности полностью меняются от эпохи к эпохе и даже от ученого к ученому.
- Антикумулятивистская модель развития науки.
- Накопление истинного знания, не соответствует реальной истории науки, а представляет собой своего рода методологический предрассудок.
  - Старые теории нельзя логически вывести из новых, а прежние теоретические термины и их смыслы не могут быть логически получены из терминов новой теории. Смысл и значение теоретических терминов определяются всеми их связями в системе теории, а поэтому их нельзя отделить от прежнего теоретического целого и вывести из нового целого.
  - В реальной науке рациональность как соблюдение определенных правил, смешана с иррациональностью - их нарушением. В противном случае наука вообще не смогла бы развиваться.

На почве момента перехода в развитии научного знания (как развивается научное знание, если есть совершенно разные несовместимые парадигмы) развивает свою идею Пол Фейерабенд. Его позиция получила название методологический анархизм (или эпистемологический анархизм).

Фейерабенд пытается противопоставить концепцию исторического релятивизма обычной концепции научной рациональности. То есть у Фейерабенда нет концепции научной рациональности, а есть концепция исторического релятивизма, по которой стандарты рациональности меняются от эпохи к эпохе, от учёного к учёному, от одной научной школы к другой научной школе.

Фактически Фейерабенд очень ярко представляет ту модель развития научного знания, которая получила название антикумулятивная модель.

## Эпистемологический анархизм

Пол Фейерабенд  
(1924-1994)  
Методологический  
анархизм  
Пролиферация  
(размножение) теорий

- Принцип пролиферации (размножения) теорий призван обосновать плюрализм в методологии научного познания.
  - Ученые должны стремиться создавать теории, несовместимые с существующими и признанными теориями,
  - это способствует их взаимной критике и ускоряет развитие науки.
- Тезис о несоизмеримости конкурирующих и сменяющих друг друга альтернативных теорий.
  - Их нельзя сравнивать как в отношении к общему эмпирическому базису, так и с точки зрения общих логико-методологических стандартов и норм, поскольку каждая теория устанавливает свои собственные нормы.
- Познание не выражается в ряде совместимых теорий, приближающихся к некоторой идеальной концепции; оно не является постепенным приближением к истине.
- Познание представляет собой скорее возрастающий океан взаимно несовместимых (и, может быть, даже несоизмеримых) альтернатив, в котором каждая отдельная теория, каждая волшебная сказка, каждый миф являются частями одной совокупности, взаимно усиливают, дополняют друг друга и благодаря конкуренции вносят свой вклад в развитие нашего сознания.
- Ничто не является вечным, и ни одно мнение не может быть опущено в этом всеобъемлющем процессе.
- В такой интерпретации наука ничем не отличается от любой другой формы духовного общения людей, теряет какие-либо определенные очертания, растворяется в духовной культуре общества и ее истории.

Чтобы решить проблему движения научного знания, Пол Фейерабенд выдвигает принцип размножения теорий. Этот принцип призван обосновать плюрализм в методологии научного познания.

Появляется проблема отбора теорий (как из множества теорий выбрать; какой критерий отбора). Таким образом, из тезиса несоизмеримости конкурирующих теорий невозможно построить общую методологическую концепцию.

## 4.8 Философские концепции динамики науки

Философские  
концепции  
динамики науки

Проблема  
механизмов  
развития науки

- Кумулятивизм как модель развития научного знания
  - О.Конт, Г.Спенсер, Логический позитивизм
  - Преемственность в научном познании.
  - Наука содержит в себе подтвержденные историческим опытом, твердо установленные истины, и таких истин в ней становится все больше.
  - Ранее найденные факты служат базой для нахождения новых фактов. Новые научные идеи вырастают из старых, выступают как их закономерное продолжение и развитие.
  - Научное знание развивается поступательно, прогрессивно, оно совершенствуется и отражает действительность все надежнее, точнее, глубже, полнее
- Антикумулятивизм как модель развития научного знания
  - Т.Кун, П.Фейрабенд, А.Койре
  - Науку «делают» группы специалистов – научные сообщества. Всякое научное сообщество исходит в своей деятельности из какой-то системы общепринятых теоретических установок Признанная (нормальная) наука – это идеология
  - Ни одну теорию нельзя считать лучше других, ибо они говорят на разных языках.
  - Все парадигмы в равной мере неприемлемы, ибо они ограничивают творческую мысль ученых.
  - Никакого прогрессивного накопления знаний в науке нет, есть только умножение числа конкурирующих между собой гипотез.
  - Путь развития науки – «непрерывная революция».

К чему мы приходим в позитивизме и в постпозитивизме? То, что говорил Лакатос, Поппер, то, что говорили их последующие современники, выливается в две тенденции (или в две модели) развития научного знания. Проблема того, как развивается научное знание вообще в абстрактном виде (здесь нет речи о структурах или ещё чём-то). Как возможно развитие знания в абстрактном виде в современной ситуации? Кумулятивизм и антикумулятивизм.

## 4.9 Проблема инноваций и преемственности в развитии науки. Джеральд Холтон

Проблема  
инноваций и  
преемственности  
в развитии науки

Дж. Холтон  
Тематический  
анализ науки.  
М., 1981

- Подход к анализу науки как исторически развивающейся системы обострил проблему преемственности в развитии знаний.
- Дж. Холтон показал наличие в истории сквозных тематических структур, которые воспроизводятся даже в изменениях, считающихся революционными, и которые подчас объединяют внешне несоизмеримые и конфронтирующие друг с другом теории.
- Тематические структуры выступают своеобразной траекторией исторического развития науки.
  - Идея атомистического строения вещества, взятая в ее историческом развитии, является типичной тематической структурой. Она формируется еще в античной философии, а затем развивается в физике и химии.
    - Тема атомизма была представлена в механике Ньютона, в концепции о неделимых корпускулах. Из механики она транслировалась в теорию электричества. Б. Франклайн еще в эпоху, когда природа электричества связывалась с представлениями об особой жидкости - «электрическом флюиде», выдвинул идею мельчайшей дискретной порции электричества. Идея заряженных атомов как элементарной порции электричества была основой электродинамики А. Ампера, который строил свою теорию по образу и подобию ньютоновской механики. Последующие разработки темы атомистики в электродинамике были представлены теорией электронов Г. Лоренца, экспериментами Р. Милликена, а затем новыми пониманиями природы электрона в квантовой механике. Эта тематическая траектория продолжается и в современной физике элементарных частиц.

Следующие идеи, которые связаны с развитием постпозитивизма в более поздние эпохи, как раз озабочены проблемой инноваций, поскольку проблема нового знания никуда не ушла. Эту проблему пытается решить Холтон, который создаёт концепцию (идею) эволюции тематических структур. Его работа называется «Тематический анализ науки». Он считает, что исторически развивающаяся система (наука) может быть понятой (или объяснена), если мы найдём некие сквозные тематические структуры, которые в науке сохраняются и выступают объединяющим основанием самых разных теорий.

То есть идея Холтона о тематической структуре (как о своеобразной исторической траектории науки) обосновывается в самой истории научной мысли.

## 4.10 Концепция тематических структур (траекторий) Дж. Холтон

### Концепция тематических структур Дж. Холтон

- Темы, которые диктуют разные подходы и видения реальности, не являются абсолютно изолированными.
  - Тема континуума и континуальных сред, развиваемая в полевых концепциях физики, взаимодействовала с темой атомистики, образуя дуальную систему. В теории квантованных полей взаимодействие этих двух тем приняло новую форму — синтеза дискретного и непрерывного, выраженного в представлениях о корпускулярно-волновой природе частиц — квантов поля.
- Тема определяется не просто как некоторая устойчивая структура, а как структура уточняемая и исторически развивающаяся
- Историко-научные реконструкции должны раскрыть взаимодействие трех аспектов роста знания.
  - «Частная наука» - соответствует деятельности отдельного ученого и выражает творческую активность его личности
  - «Публичная наука» - фиксируется в публикуемых научных текстах и
    - в которой как бы стираются индивидуальные особенности ученого, его мотивации, своеобразие его личностного поиска.
    - Эта составляющая предстает как объективное состояние научного знания данной эпохи.
- Широкий социокультурный контекст, выступающий в качестве среды, в которой живёт и развивается наука.

Третий аспект роста знания – пространство жизни науки (широкий социокультурный контекст, выступающий в качестве среды, в которой живёт и развивается наука) – тоже рассматривается/изучается в философии науки.

### Концепция тематических траекторий Дж. Холтон

- Многоплановое рассмотрение «тематических траекторий».
- В тематическом подходе изменения и новации органично увязываются с преемственностью.
- В развитии тематических структур науки сплавлены внутринаучные и социокультурные факторы: методы и процедуры генерации новых эмпирических и теоретических знаний и влияние философских идей, мировоззренческих смыслов, особенностей коммуникаций в научных сообществах.
- Акцент делается на анализе содержательных аспектов истории науки, а социальные факторы и влияние культурного контекста включаются как компоненты, определяющие своеобразные рамки исследовательской деятельности на каждом исторически определенном этапе развития общества. Новации здесь не противопоставляются традициям и не отделяются от них, а взаимодействуют с ними.
- Констатируется, что в реальной деятельности ученого могут соединяться несколько тематических структур.
  - Например, физики, развивающие идеи атомистики, и физики, приверженцы полевого подхода, одинаково исповедуют идею, согласно которой формулировки законов должны быть даны в языке математики. Эта идея может быть представлена как особая тематическая структура в ее историческом развитии.

Примечательно то, что в тематическом подходе Холтона изменения и новации увязываются с преемственностью. Это как раз была та проблема, которую остро обозначили Кун в революции и Фейерабенд.

Язык математики и логическая структура, которые были акцентированы в логическом позитивизме, составляют особую тематическую структуру в развитии науки.

## 4.11 Эволюционистская концепция науки. Стивен Тулмин

### Эволюционистская концепция науки.

Стивен Эделстон  
Тулмин  
(1922-1997)

представитель  
эволюционной  
эпистемологии в  
постпозитивизме.

- Эволюционная эпистемология сформировалась как распространение эволюционных идей, возникших в биологии, на область человеческого познания и знания
- В рамках эволюционной эпистемологии выделяют два основных подхода:
  - Общественная жизнь - продолжение органической эволюции, проявление приспособительной активности живого к окружающей среде.
    - Подчеркивается, что биологическая эволюция продолжается с возникновением человека, его мышление, познание, культура выступают эволюционными приобретениями, средствами и способами, организующими взаимоотношение человека с природной средой.
  - Использование биологических моделей и аналогий при анализе природы научного познания. В постпозитивистской философии науки этот подход был представлен в работах К. Поппера и развит в концепции С. Тулмина.
    - С. Тулмин (1922—1997) был учеником Л. Витгенштейна. На него решающее влияние оказали работы позднего Витгенштейна. В них был осуществлен поворот от стремления конструировать идеальный язык, в терминах которого должно описываться научное знание, к исследованию «языковых игр» естественного языка.
    - С. Тулмин стремился выделить связь науки с концептуальным мышлением эпохи, с культурной традицией с позиций концепции языковых игр.

Ещё один представитель позднего постпозитивизма – Стивен Тулмин – формулирует ещё одну идею (модель) развития науки, которая получила название эволюционной теории познания (или эволюционной эпистемологии). Здесь термин эволюционный указывает на то, что он накладывает на развитие научного знания (и науки как особого субъекта в системе социальных отношений) некие биологические эволюционные идеи.

## 4.12 Эволюция концептуальных структур

### Эволюция концептуальных структур

- Изменение концептуальных структур С. Тулмин описывает в терминах динамики популяций (мутаций и естественного отбора).
  - Понятия изменяются не каждое отдельно, а как индивиды, включенные в «концептуальную популяцию».
  - Научные теории, согласно Тулмину, представляют собой популяции понятий. Но в качестве популяций могут рассматриваться и научные дисциплины, и отдельные науки.
  - Инновации аналогичны мутациям, которые должны пройти через процедуры отбора. Роль таких процедур играют критика и самокритика.
- Процедуры отбора определяются принятыми в науке идеалами и нормами объяснения, которые складываются под влиянием культурного климата соответствующей исторической эпохи.
  - Эти идеалы и нормы задают некоторую традицию. Тулмин называет их также программами, которые составляют ядро научной рациональности.
- Новообразования на уровне понятийных систем оцениваются с позиций идеалов объяснения.
  - Последние выступают в роли своего рода «экологических ниш», к которым адаптируются концептуальные популяции. Но сами «экологические ниши» науки тоже изменяются под воздействием как новых популяций, так и социокультурной среды, в которую они включены.
- Идея исторического изменения идеалов и норм объяснения, стандартов понимания.
  - Новации в системе идеалов и норм понимания и объяснения также проходят через процедуры селекции (отбора).
  - Они принимаются, если вносят вклад в улучшение понимания и если вписываются в более широкую социокультурную среду своей эпохи. После этого могут возникать новая традиция и новая «интеллектуальная политика». В процедурах многоуровневой селекции понятий, теорий и дисциплинарных идеалов понимания и объяснения особую роль играют дискуссии в научных сообществах, влияние «научной элиты» как своеобразного селекционера новых понятийных популяций и новых матриц понимания.

Тулмин выдвигает идею не тематических структур, а эволюцию концептуальных структур и описывает их в терминах популяций (мутаций и естественного отбора).

## 4.13 Концепция личностного знания

### Концепция личностного знания

Макс Полани  
(1891 — 1976),

- М. Полани (1891 — 1976), известный ученый, специалист в области физической химии, активно занимавшийся проблемами философии и методологии науки, обратил особое внимание на то, что преемственность в развитии науки не ограничивается только трансляцией в культуре понятий, представлений и методов науки, их развитием, но включает в этот процесс ценности и образцы деятельности по производству научного знания.
- Социальные факторы оказывают влияние на само содержание научной деятельности
  - научная рациональность определяется особенностями не только исследуемых объектов, но и культурно-исторического контекста. Она может развиваться с изменениями этого контекста.
- В процессе познания присутствуют невербальные и неконцептуализированные формы знания, которые передаются путем непосредственной демонстрации, подражания, остеинсивных определений, основанных на непосредственном указании на предмет и его свойства.
  - В научном познании такие формы знания и его трансляции также присутствуют. Их Полани обозначает терминами «неявное знание» или «личностное знание».
- **Неявное знание** связано с процессами понимания, оно включено в семантическую интерпретацию теоретических терминов.
  - В реальной практике научных сообществ ученым постепенно вживается в ту или иную принятую сообществом теорию, и в этом процессе важную роль играет авторитет лидеров сообщества, передаваемые ими неявные знания.
  - В научных школах лидеры оказывают влияние на других членов сообщества, предъявляя образцы деятельности, которым могут подражать, даже не осознавая этого, другие ученые.
  - Процесс подготовки специалиста, работающего в той или иной области науки, предполагает усвоение невербализованных образцов деятельности.
- Наличие неявного знания делает малоэффективными нормы и стандарты обоснования знания.
  - Вера и убеждение в справедливости тех или иных теорий играет свою роль в практике научного исследования (в этом пункте позиция М. Полани имеет много общего с позицией П. Фейербенда).

Ещё один известный представитель, который пытается решить проблему развития знания — это Макс Полани. Его идея связана с понятием неявного знания (оно не проговорено, не зафиксировано явным способом, но присутствует как фоновое знание).

### Иллюстрация Неявный фон личностного знания



В каком смысловом поле оказывается человек, пытающийся решать те или иные задачи? 6 (как минимум) векторов плюс методы рациональной деятельности.

Проблема выяснения структур неявного знания и влияния неявного знания на человека приводит к тому, что очень актуальным становится сама психология научной деятельности. Психологические аспекты научной деятельности становятся очень актуальными (но не на первом плане).

#### 4.14 Психологические аспекты научной деятельности

### Психологические аспекты научной деятельности

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Психология личности</b><br/>интеллект,<br/>воображение,<br/>эмоция, интуиция,<br/>творчество</li><li>• <b>Психология общения</b></li><li>• <b>Источники активности</b><br/>физической<br/>социальной<br/>ментальной<br/>психической</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Формы ментальной активности</b><br/>рассуждение<br/>понимание,<br/>оценивание</li><li>• <b>Формы психической активности</b><br/>внутреннее<br/>действие установка<br/>намерение<br/>целеполагание</li><li>• <b>Системы отношений</b></li><li>• <b>Системы ценностей</b></li></ul> |
|--|--|

Далее небольшой экскурс в характеристику основных психологических идей.

Первое, что даёт нам XX век – это попытки построить рационалистическую психологию, потому что сама психология личности оказалась очень размытой областью.

На слайде зафиксировано, какие формы и какие отдельные движения в этом направлении есть.

### Основы психоанализа. З.Фрейд

**Индивидуум** – непознанное и бессознательное Оно иррациональное существо, на поверхности которого покоится «Я».

**Источники активности** - в психофизиологии человека, это – импульсы, влечения, желания, удовлетворение инстинктов

**Принцип удовольствия** - главная характеристика психической энергии либидо, которая продуцируется и подчиняется властвует в Оно

**Принцип реальности** – главная характеристика «Я»

**Источник активности «Я»** - стремление заменить принцип удовольствия, принципом реальности

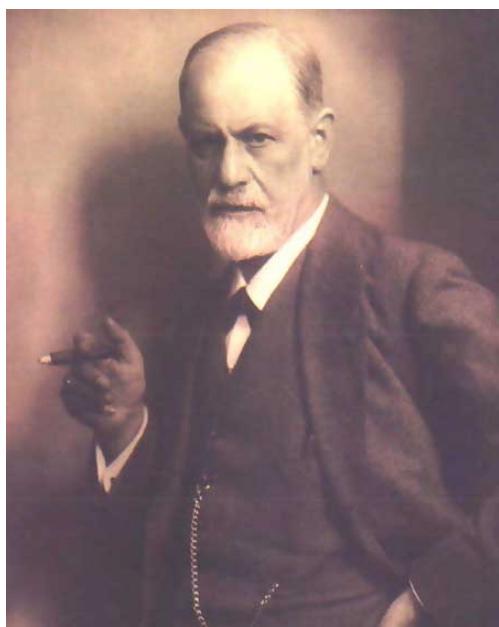
### Три системы психики

Сознательное = «Сверх-Я» = Идеал

Бессознательное = «Оно» = страсти

Предсознательное = «Я» = рассудок

Находятся в конфликте



Основные попытки построить рационалистические концепции в самой психологии как раз связаны с тем, чтобы рационально представить структуру неявной базы или неявного знания, если брать личностные аспекты.

Здесь мы берём наиболее популярную в XX веке систему Фрейда. Это одна из первых попыток построить именно рациональную психологию (подобно естественно-научным структурам).

Фрейд выводит структуру из трёх составляющих: «Сверх-Я», «Оно», «Я». Показывает, что сама суть деятельности психики состоит из конфликта между принципом удовольствия (бессознательное) и принципом реальности (предсознательное).

Но он вводит ещё одну структуру (так называемое «Сверх-Я») – внутренний центр. Фактически это идентификация индивидуума с обществом (с нормами) через некий идеал, соответствующий тем или иным нормам культуры. Некий внутренний центр, который диктует, что можно, а что нельзя.

Поэтому социальные чувства и социальные основания действий ориентируются (или опираются) именно на эту структуру психики.



«Я» испытывает давление «Сверх-Я» (внутренний цензор) и требования «Оно». Конфликтные зоны в психической структуре способны дестабилизировать личность, если «Я» не может восстановить между ними равновесие

«Сверх-Я» - идентификация индивидуума с другими, формирование **Я-идеала** в соответствии с нормами культуры  
Первоначальная идентификация с отцом, в дальнейшем - с учителями и авторитетами.

**Социальные чувства** покоятся

на основе одинакового Я-идеала,  
на идентификации с другими людьми

**Внутриличностный конфликт** –

Тревожное психическое состояние , приводящее к сильным отрицательным эмоциям – отчаянию и психическому срыву – фрустрация «Оно».

**Механизмы защиты** от фрустраций –

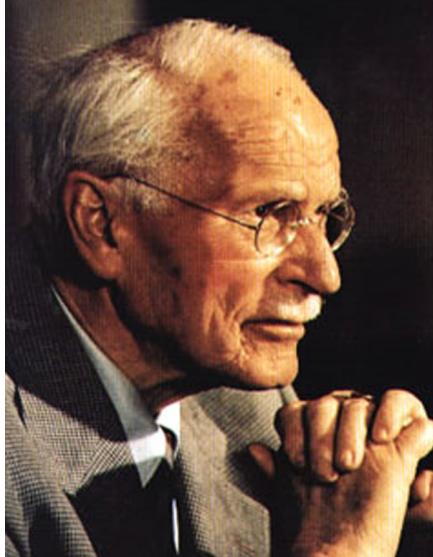
выпускные клапаны негативной энергии

Подавление  
Отвергание  
Вытеснение  
Сублимация  
Реактивное обучение  
Рационализация,  
Проекция

Помимо внутриличностного конфликта одна из его идей – это механизмы защиты от фрустраций. Здесь он выдвигает свой самый главный метод психологической защиты – это рационализация.

Половина выпускных клапанов негативной энергии (проекция, вытеснение, подавление и так далее) идут через самосознание.

**Аналитическая психология  
Карла Густава Юнга**



Источники психической активности в социуме – не либидо (по Фрейду).

**Четыре системы психики**

«Я» – отражение и рефлексия  
апперцепция, чувствование, предвосхищение, мышление, воля, влечения, самопознание

«Персона» (Маска) – адаптация к социальному миру. Противоречие пристрастий и социальных ожиданий. Овладевающие личностью социальные роли, установки, идеалы, сентенции

«Тень» – личное бессознательное

«Анима/ Анимус» – архетипические образы женского/ мужского начала

**Самость** - Интегрирующий центр психической структуры личности, архетип единства

**Коллективное бессознательное** – идентично у всех людей, выражено архетипами, образует фундамент психики

**Личное бессознательное** индивидуально, спонтанно, содержит архетипические образы, комплексы, инстинкты

Коллективное и личное бессознательное связаны через символику

Архетипические образы – спонтанное проявление эмоций нравственного порядка / совесть/

Его ученик и потом оппонент – это Густав Юнг. Он создаёт именно аналитическую психологию, где как раз показывает, что источники психической активности (в том числе и познавательной) находятся не внутри человека (не в его инстинктивном начале), а в социуме.

Юнг рассматривает 4 системы психики, которые привязаны к тому, что получило название коллективное бессознательное, которое соотносится с тем основанием личностной бессознательной структуры, которую он называет архетипы.

Личное бессознательные опирается на коллективное бессознательное, которое человек воспринимает через символы (не просто через символику – нарисованные картинки, а через смысл символов).

Эта идея Юнга столкнулась с физиологией Павлова (второй сигнальной системой), которая говорит о том, что человек реагирует не просто на знаки, а на смысл воспринимаемых знаков (и прежде всего словесный).

## Гуманистическая психология Карла Рэнсома Роджерса

**Самоактуализация** - основной мотив поведения личности

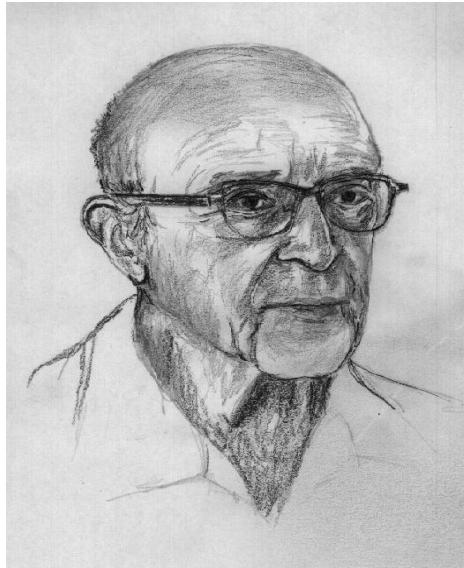
Состоит в реализации человеком своих способностей в личной и социальной жизни

Стимулируется в межличностном общении процессами оценивания, понимания, сопереживания

### **Закон конгруэнтности в общении**

Соответствие опыта, осознания и сообщения обеспечивают психологическую согласованность и взаимную удовлетворенность

«...Человек принадлежит к определенному виду и имеет видовые характеристики. Одна из них, я считаю, заключается в том, что он неизлечимо социален; он имеет глубокую потребность во взаимоотношениях»



Ещё одна рационалистическая традиция в психологии получила название гуманистическая.

Здесь речь уже не идёт о сознательных/бессознательных структурах, а речь идёт о том, что человек неизлечимо социален.

Фактически он (и другие авторы тоже) пытается построить структуру психики личности, используя идею биосоциальности, скажем так. То есть не чисто биологическая. По Роджерсу психика человека глубоко социальная. И соответственно поведение личности и мотивы (в том числе познавательная деятельность) определяются актуализацией и общением.

Когнитивная психология – ведущее направление экспериментальной психологии 2-й половины 20 в. и начала 21в.

Когнитивная психология формировалась под влиянием практических задач оптимизации взаимодействия человека с техническими системами (инженерная психология, эргономика) и поддержки процессов обучения.

Исследует когнитивные процессы – восприятие, внимание, память, обучение, воображение, речевую и невербальную коммуникацию, мышление, а также состояния сознания, эмоции и мотивацию в контексте познавательной и практической активности человека.



Последний ознакомительный аспект – это когнитивная психология. Когнитивная психология очень популярна. Во-первых, это та часть психологии, которая формировалась под влиянием практических задач, взаимодействия человека с техническими системами.

На слайде перечислены когнитивные процессы, но надо сказать, что в данном случае само понятие когнитивного процесса сейчас более расширено, поскольку сюда попадает не только то, что делает человек (восприятие и так далее), но выходит уже за рамки человеческой деятельности (технические системы тоже имеют память, способны обучаться и так далее).

Сам когнитивный процесс рассматривается в более широком плане: не только как психологический процесс, но и как любой процесс, который оперирует системами знания. В таком абстрактном виде это уже переводит эти все процессы в область интеллектуальных технологий.

## 5 Лекция 07.12.2023 (Шипунова О.Д.)

# Лекция 5. Социология науки

Проблема механизма  
развития научной  
деятельности  
в философии науки

Интернализм  
Экстернализм

Концепции социологии  
науки в постпозитивизме

Наука как социальный  
институт

Предпосылки и формы  
становления науки как  
социального института

Социальные условия  
инновационной  
деятельности в  
современной науке

Подготовил –  
проф. Шипунова О.Д.

Сегодня тема очень обширная. Социология науки. Она будет предполагать с одной стороны некое продолжение обзора концепций постпозитивизма, а с другой стороны и историю социального института, наука как социальный институт и характеристику уже современных социальных аспектов развития науки, которые связаны с понятием инновационных процессов. Социология уже более современная.

## 5.1 Проблема механизма развития научной деятельности в философии науки

Проблема механизма развития научной деятельности в философии науки

Интернализм  
Экстернализм

- **Принцип интернализма:** развитие науки имеет внутреннюю детерминацию, т.е. обусловлено внутренне присущими научному познанию закономерностями

**Сильный интернализм:** позитивистская традиция отрицания социокультурной детерминации научного познания.

- Койре Александр (1892-1964) – французский философ и историк науки. После опубликования «Этюдов о Галилее» (1939) стал признанным лидером интерналистского направления в историографии науки, объясняющего развитие науки исключительно интеллектуальными факторами.

**Слабый интернализм:** постпозитивистские концепции науки, в которых признается влияние социокультурных факторов, интегрированных в логику роста объективного знания.

- К.Поппер, И. Лакатос, С.Тулмин – представители слабого интернализма

**Принцип экстернализма:** развитие науки имеет внешнюю детерминацию, обусловлено действием социально-исторических и ценностных факторов.

- Р.К. Мертон (1910 -2003)- американский социолог, автор «стандартной концепции» в социологии знания. Социальная теория и социальная структура / Пер. с англ. М., 2006
- Майкл Малкей (р. 1936) - британский социолог и философ науки, известен своими работами по методологии социального анализа науки. Наука и социология знания. М., 1983; Открывая ящик Пандоры: Социологический анализ высказываний ученых. М., 1987
- К. Кнорр-Цетина (р.1944)- микросоциологические исследований науки. Производство знания: очерк о конструктивистской и контекстуальной природе науки (1981). Oxford New York: Pergamon Press. ISBN 9780080257778.

**Движущие силы развития науки** находятся в отношении дополнительности.

- Внутренняя детерминация определяет логику развития научных идей. Внешняя – определяет доминирующие тенденции развития науки в тех или иных социальных условиях.

Первое с чего мы начинаем – это с конца прошлой лекции, где говорили, что одна из проблем, которая возникает в рамках течений постпозитивизма связана с тем, что исследуется абстрактный субъект научного познания «научное сообщество». Это во-первых. А во-вторых, возникает проблема механизмов развития самой науки как таковой, научного знания, которое включается в состав (понятие) структуры опыта науки, и соответственно механизмов развития собственно научной деятельности в таком интегральном виде (не как индивидуальной деятельности, а как деятельности «научного сообщества»). С этим как-раз и связаны те принципы, которые формулируются в рамках постпозитивистских учений, которые формируются как 2 альтернативных принципа, но смысл этих принципов связан с поиском стимулов развития научной деятельности. Каковы стимулы и причины, движущие развитием (ростом) научного знания?

В рамках течений позитивизма выдвигаются два таких принципа: принцип интернализма и принцип экстернализма.

В слабом интернализме по Попперу источники развития научного знания связываются с динамикой постановки и развития проблем.

В слабом интернализме по Лакатосу источники развития научного знания связываются с развитием ядра исследовательских программ.

В слабом интернализме по Тулмину источники развития научного знания связываются с развитием концептуальных структур.

Сильный интернализм усиливается тем, что вообще отрицается социокультурное

влияние на процесс научного познания. А в слабом варианте интернализма это влияние учитывается. Именно Карл Поппер вводит идею о том, что социокультурный контекст влияет на рост научного знания.

Противоположный принцип экстернализма фиксирует внешние причины, социально-исторические традиции и ценностные факторы, которые выступают причиной развития науки. Это более свежая концепция. Она формируется в XX веке, поэтому если мы посмотрим на авторов, которые разрабатывают эту идею, то все они живут в XX веке и в XXI веке.

Опыт науки показывает, что принцип интернализма и принцип экстернализма находятся в отношении дополнительности. Внутренняя детерминация определяет логику развития научных идей, а внешняя определяет ту доминирующую тенденцию в развитии науки, которая связана с социальными условиями, социальными потребностями и социальным заказом.

## 5.2 Положения интернализма

- Идеи возникают только из идей.
- Существует логическая последовательность в рождении научных идей. Нарушить эту последовательность никакие внешние воздействия не в состоянии.
- Внутренняя детерминация развития науки определяется
  - необходимостью специальной аппаратуры экспериментальных исследований
  - необходимым уровнем научных знаний о свойствах материалов, о способах их обработки, о механических, химических, электрических, оптических и прочих процессах для технического обеспечения экспериментов.
- Общественные условия влияют на ход развития науки, но это влияние не является существенным, определяющим.
- Кумулятивистское понимание роста научного знания, как безличного объективного процесса
- В историко-научных исследованиях длительное время доминировала сильная интерналистская версия.
  - История науки рассматривалась как развитие идей, теорий, концепций в абстракции от социокультурного влияния.
- Слабый интернализм характерен для постпозитивистских концепций науки, в которых заявлен исторический характер научного сообщества и относительность критериев научной рациональности

### Положения интернализма

Более подробно концепция интернализма связана с общей идеей, что идеи возникают только из идей. С одной стороны это развитие принципа Декарта о некоторых порождённых идеях, интеллектуальной интуиции. Но уже на уровне постпозитивизма предполагается, что эти идеи – это не просто идеи индивидуальной головы (одного единственного субъекта познания), а это идеи, которые в науке доказаны.

Поэтому внутренняя детерминация развития науки определяется необходимым уровнем начальных знаний (интеллектуальным потенциалом) и необходимым

техническим аппаратом (или техническим потенциалом).

Общественные условия влияют на ход развития науки, но не являются приоритетными. С точки зрения интернализма идеи всё-таки возникают из идей. Рост научного знания абстрагируется от конкретных исторических условий.

### 5.3 Положения экстернализма

#### Положения экстернализма

- Нельзя понять причины развития науки, абстрагируясь от социальных условий, в которых она развивается.
- Наука - порождение общества, она является одной из отраслей общественного труда. Как и всякий общественный труд, научная деятельность призвана удовлетворять потребности общества.
- Наука имеет свои специфические закономерности развития. Но движущая сила ее развития – это социальные потребности.
- Антикумулятивистское понимание роста научного знания
- Сильный экстернализм: знание социально детерминировано, социология науки поглощает проблематику философии и методологии науки (К.Кнорр-Цетина).
- Главная проблема социологии науки - функционирование и развитие науки как социального института.
  - В сферу ее проблематики попадают, прежде всего, коммуникации исследователей, организация сообществ, поведение ученых и их различные роли в сообществе, отношения между различными сообществами, влияние на науку экономических, политических факторов.
- Познавательные процедуры сводятся к социальным отношениям исследователей.
  - Познавательное отношение «природа — научное знание» - для науки внешнее и не раскрывающее механизмы формирования знания. Главными характеристиками этих механизмов выступают социальные отношения исследователей в рамках научной лаборатории
- Слабый экстернализм (М.Малкей): цель социологии науки выявить социальные условия и мотивы исследовательской деятельности.
  - Социология науки имеет свой особый предмет, отличный от предмета философии науки. Без взаимодействия с философией науки сама по себе социология науки не имеет средств анализа того, как развиваются научные идеи.
  - Работы, посвященные социальной истории науки, могут быть отнесены к ослабленной версии экстернализма (Дж.Бернал, Б. Гессен, Дж. Ниддам), .

Положения экстернализма опираются на то, что нельзя понять причины развития науки вне тех социальных условий, в которых она развивается. Существующее социально-культурное пространство жизни влияет на развитие науки, потому что наука (как и любое знание) есть порождение общества и является одной из отраслей общественного труда.

Социальные потребности выливаются в такое понятие как социальный заказ.

Понимание роста научного знания следует здесь антикумулятивной модели. Здесь тоже выдвигается сильный принцип экстернализма, согласно которому любое знание социально детерминировано.

Как развивается и функционирует наука как социальный институт? Не как индивидуальная деятельность, а как социальный институт. И не просто как «научное сообщество» по Томасу Куну, а уже более сложный институт, который имеет разные формы.

Наиболее известный представитель слабой позиции экстернализма – это Майкл Малкей. Он видит цель социологии в выявлении социальных условий и мотивов

исследовательской деятельности. В этом плане как раз таки социология науки формируется как отдельный предмет в отличие от философии и собственно науки.

## 5.4 Концепции социологии науки

### Концепции социологии науки

#### «Стандартная концепция» в социологии знания

Роберт Кинг Мerton

- Структурно-функциональное направление в социологии научного знания
  - исследование влияния на прогресс современной науки экономических, технических и военных факторов.

**Научный ethos - ценностно-нормативные структуры**, определяющие поведение ученого

- Универсализм, коллективизм, бескорыстность и организованный скептицизм.
- Научный ethos – главный регулятив научной деятельности.
  - Познавательная деятельность соответствует этим всеобщим нормам, неизменным в истории науки.

**Ценностно-нормативная структура** устойчиво воспроизводится в историческом развитии науки и обеспечивает ее существование.

- На ее основе формируется система предпочтений, запретов, санкций и поощрений применительно к тем или иным социальным ролям в рамках института науки.

**Социальная функция ученого** – достижение нового знания, которое становится коллективным достоянием, новые результаты обмениваются на признание со стороны научного сообщества.

- Открытие является главной ценностью, поощряется признанием коллег (званиями, почетными наградами, присвоением имени ученого сделанному им открытию).

**Система институциональных ценностей и норм** стимулирует научный поиск, ориентирует на открытие нового.

- Анализ науки как социального института через описание системы обмена, которая включает фоны распределения вознаграждения за осуществление институционально предписанных ролей.

**Анализ амбивалентности мотивов поведения ученых.**

- Значительное место в научных сообществах занимают приоритетные споры, которые регулируются научным ethosом. Невыполнение совокупности этих норм порождает отклоняющееся (девиантное) поведение ученых (плагиат, шельмование конкурентов и т.п.).
- Отклоняющееся поведение свидетельствует об абсолютизации одной из амбивалентных ценностей науки как социального института и является для него дисфункциональным, не способствует развитию.

**Аномии** – расхождение между нормами научного ethos/ культуры и существующими социальными институтами, предоставляющими средства достижения целей.

- Разрыв выражается в апатии, потере жизненных ценностей, преступности.

В постпозитивизме наиболее классический вариант концепции социологии науки выдвигает Роберт Мerton (этот вариант называют «стандартная концепция» в социологии знания). Он формирует такие принципы, которые получили название структурно-функциональная онтология.

Мerton вводит понятие научный ethos. Можно говорить о девиантном (отклоняющем) поведении учёного, если этот учёный не следует ценностно-нормативному набору.

## 5.5 Программа «дискурс-анализа» Майкл Малкей

### Программа «дискурс-анализа» Майкл Малкей

Попытка создать новый тип социологии знания на основе идеи социального конструирования научного знания и ценностной структуры науки, в которую входят познавательные и институциональные компоненты

- *Дискурс-анализ* — это совокупность методов интерпретации различного рода текстов или высказываний в конкретных обстоятельствах и культурно-исторических условиях.
- Научное знание не обладает каким-либо выделенным эпистемологическим статусом, оно включено в культуру и открыто для различных социальных и даже политических влияний.
- Само научное знание трактуется в духе абсолютного релятивизма. В физическом мире, по Малкею, не существует чего-либо настолько достоверного, что однозначно определяло бы выводы ученых;
  - это позволяет им конструировать различные объяснения реальности, активно используя имеющиеся в обществе языковые, символические, культурные ресурсы.
- Необходимо учитывать, что институциональные ценности сопрягаются со структурой познавательных идеалов и норм.
- В институциональном и в познавательном компоненте ценостной структуры науки следует учитывать сложную структуру идеалов и норм
- Дискурс –анализе выделяет три взаимосвязанных уровня смыслов:
  - смысловой уровень, выражающий отличие науки от других форм познания,
  - конкретизацию и дополнение этих смыслов идеями и принципами, выражающими особенности культуры той или иной исторической эпохи,
  - смысловые структуры, выражающие специфику познавательной деятельности в той или иной науке (особенности физического, химического, биологического, социально-гуманитарного исследования и соответствующие им особенности регулятивов в научных сообществах).

Следующая концепция получила название «дискурс-анализа».

Само научное знание здесь трактуется в духе релятивизма. Какого-то выделенного статуса в системе знания научное знание не имеет.

«Дискурс-анализ» пытается исследовать научное знание через смысловые уровни или смысловые планы собственно языка.

«Дискурс-анализ» показывает разные уровни смысла даже в научном знании. Выделяет 3 взаимосвязанных уровня смысла.

## 5.6 Концепция идеальных типов Макса Вебера

### Концепция идеальных типов

М. Вебер (1864-1920) –

Целерациональность  
Формальная  
рациональность,  
Познавательный интерес,  
Ценностная идея,  
идеальный тип,  
социальное действие,  
смысловые связи,  
социальное отношение

- Под идеальным типом им подразумевается некая идеальная модель действия, которая наиболее полезна человеку и объективно отвечает его интересам в данный момент и вообще в современную эпоху.
  - Идеальный тип - творение индивидуальной субъективности, которая нагружена ценностными установками, моральными, политическими, религиозными.
- Смысл идеальной типологии – в конструировании некоторых образцов-схем, позволяющих наиболее удобным способом упорядочивать эмпирический материал, поставляемый конкретными исследованиями и жизненными впечатлениями ученого.
  - Концепция идеальных типов служит методологическим обоснованием плюрализма как принципа исследовательской деятельности.
- Целерациональность предполагает расчет (исчисление, вычисление) полезного результата действия – основа формальной рациональности.
  - Стремился обосновать мысль, что европейский капитализм обязан своим происхождением протестантскому религиозно-этическому комплексу, который побуждает к воспитанию таких черт личности, как трудолюбие, бережливость, честность, расчетливость.
  - Основную черту капитализма Вебер усматривает в наличии рационально организованного предприятия. Оценивает капитализм как наиболее рациональный тип хозяйствования.

Следующая концепция, которая тоже имеет значение к социологии науки – это концепция идеальных типов Вебера.

Макс Вебер интересен тем, что он вводит такие понятия как целерациональность, формальная рациональность, познавательный интерес, идеальный тип.

Именно целерациональность предполагает расчёт (исчисление, вычисление) полезного результата действия (который выступает основой формальной рациональности). Именно эта идея проявляется во второй половине XX века в компьютерных вычислениях. Это базовая идея для вычислительной техники, которая сводит мышление и познание к исчислению полезного результата действия.

## 5.7 Принцип отнесения к ценности в концепции М. Вебера

### Принцип отнесения к ценности в концепции М.Вебера

- В трактовке М.Вебера ценности определяются интересом эпохи, выраженным идеалом или утопией.
- В противоположность простому «содержанию чувства», «ценность» - то, что способно превратить содержание некоторой позиции в артикулированное осознанное суждение.
- В развиваемой М.Вебером философии ценностей принципиальное значение в интерсубъективной практике получает акт отнесения к ценности, который превращает наше индивидуальное впечатление в общезначимое суждение и субъективную оценку.
- Подчеркивая разграничение акта отнесения к ценности и оценочного суждения, М. Вебер замечает, что последнее не выводит за пределы субъективности.
- Ценность как интерес эпохи – нечто более устойчивое и объективное, чем просто частный интерес, но в то же время это нечто гораздо более субъективное, чем надисторический интерес, получивший у неокантианцев название «ценностей»
- Отнесение к ценности (которая, согласно М. Веберу, имеет конкретное социально-историческое выражение в утопии или тенденции эпохи) - единственный путь познания индивидуальных духовных содержаний сознания

Ещё одно введение Макса Вебера связано с понятием отнесения к ценности, где он проводит различие между ценностью как интересом эпохи и ценностью как просто частный интерес. А отнесение к ценности – некая внутренняя установка к познавательной деятельности, которая предполагает некое индивидуальное движение и объясняет те познавательные тенденции, которые в науке существуют.

Макс Вебер считается одним из основателей философии ценностей. Он пытается сформулировать понятие ценности и принципа отнесения к ценности в отличие от, так скажем, философии Канта.

Факт отнесения к ценности определяет мотивы и направляет индивидуальные впечатления к некоторой субъективной оценке. С точки зрения Вебера, чтобы человек сформулировал оценочное суждение, он сначала интуитивно должен этот выбор совершить.

## 5.8 Концепция коммуникативной рациональности Юрген Хабермас

### Концепция коммуникативной рациональности Юрген Хабермас

Коммуникативное  
поведение,  
Стратегическое  
поведение,  
Производственно-  
трудовая рациональность,  
Коммуникативная  
рациональность

- Теория коммуникативного поведения Хабермаса призвана описать
  - альтернативные структуры институционального оформления в ходе становления современной научно-технической цивилизации,
  - а также двухступенчатое строение современного общества как «системы» и «жизненного мира», в котором реализуется непосредственная коммуникация.
- Современные кризисы имеют социокультурный характер: управление (которое базируется на принципах производственно-трудовой рациональности) входит в противоречие с господствующей в обществе поведенческой мотивацией.
  - С одной стороны, технические вопросы (инструментальная манипуляция), с другой – практические вопросы (интерсубъективное понимание).
  - Институциональные структуры общества (системы) - против социокультурного жизненного мира. Противоречие – невозможность выразить в институциональных структурах современного капитализма реальность существующей общественной практики.
- Выделяет два типа поведения: коммуникативное и стратегическое.
  - Показывает, что стратегическое поведение (цель-преследование интереса) ведет к сознательному или бессознательному обману партнера. Следствия:
    - для общества – отчуждение, утрата коллективной идентификации; для культуры – утрата смысла, потеря ориентации;
    - для личности - потеря связи с традицией, нарушение мотивационных комплексов.
- Коммуникативная рациональность предполагает установку на взаимопонимание. Коммуникативное поведение способствует и соответствует упорядоченной нормативной среде, устойчивым межличностным отношениям и личностным структурам.
  - Подлинная интеграция общества обеспечивается коммуникативным пониманием.
  - Эволюционная тенденция общества - все большее разъединение системы и жизненного мира.

Ещё один представитель, которого можно отнести к социологии науки – это Юрген Хабермас, который формулирует концепцию коммуникативной рациональности. Важно то, что он вообще формулирует теорию коммуникативного поведения и при этом он пытаетсяrationально представить эту систему взаимодействия через противопоставление двух миров. Двухступенчатое строение общества как системы объективных обстоятельств, объективных структур и жизненного мира, в котором эти все структуры и системы находятся во взаимодействии с личностью. Этот момент, который характеризует взаимосвязь объективных структур (технические, экспериментальные манипуляции; практические вопросы) и систем жизненного мира (общества и человека), где как-раз коммуникация является базовым принципом взаимосвязи.

Наибольший вклад Хабермаса в систему связан с тем, что он формулирует с одной стороны различие общества как системы, а с другой стороны связь личности и других личностей во внутрисубъективном пространстве через концепт жизненного мира, который в себя включает и объективные системы и смыслы, и деятельность, её мотивы и так далее.

Это обсуждались некоторые такие идеи по социологии науки (Мертон, Малкей, Вебер, Хабермас) для постпозитивизма.

## 5.9 Наука как социальный институт

### Наука как социальный институт

Предпосылки становления науки как социального института в конце XVIII в.

- Увеличение объема и разнообразия научных знаний в конце XVIII — первой половине XIX в.
  - Век энциклопедистов постепенно уходил в прошлое. Чтобы профессионально владеть научной информацией, необходимо было ограничить сферы исследования и организовать знания в соответствии с возможностями «информационной вместимости» индивида.
- Специализация дисциплинарного научного знания.
  - Нарастающая специализация способствовала оформлению предметных областей науки, приводила к дифференциации наук, каждая из которых не претендовала на исследование мира в целом и построение некой обобщенной картины мира, а стремилась выделить свой предмет исследования, отражающий особый фрагмент или аспект реальности.
  - Углубляющаяся дифференциация видов исследовательской деятельности и усложнение их взаимосвязей привело к изменениям институциональных форм научного познания.
- Коллективный тип субъекта научной деятельности
  - Отсюда возникла необходимость в поиске новых форм трансляции знания в культуре, а также новом типе воспроизведения субъекта научной деятельности - системе профессиональной подготовки.
- Развитие средств трансляции научного знания вызвало к жизни становление форм научной коммуникации и социальных институтов науки

Далее характеризуем науку как социальный институт и её историю становления.

## 5.10 История становления форм научной коммуникации

- В науке XVII столетия главной формой закрепления и трансляции знаний была книга (манускрипт, фолиант), в которой должны были излагаться основополагающие принципы и начала «природы вещей».

- Книга выступала базисом обучения, дополняя традиционную систему непосредственных коммуникаций «учитель—ученик», обеспечивающих передачу знаний и навыков исследовательской работы от учителя его ученикам.
- Одновременно книга выступала и главным средством фиксации новых результатов исследования природы.

Письмо как научное сообщение, излагающее результаты отдельных исследований, их обсуждение, аргументацию и контраргументацию, - особая форма закрепления и передачи знаний в XVII столетии

- По мере развития науки и расширения поля исследовательской деятельности все настоятельнее формировалась потребность в такой коммуникации ученых, которая обеспечивала бы их совместное обсуждение не только конечных, но и промежуточных результатов, не только «вечных» проблем, но и конечных и конкретных задач.

В XVIII в. возникает «Республика ученых» (La Republique des Lettres), которая объединила исследователей Европы.

- Систематическая переписка ученых на латыни позволяла сообщать свои результаты, идеи и размышления ученым, живущим в самых разных странах Европы.
- Переписка между учеными не только выступала как форма трансляции знания, но и служила основанием выработки новых средств исследования.
  - В частности, мысленный эксперимент получил свое закрепление в качестве исследовательского приема именно благодаря переписке ученых, когда в процессе описания реального предмета он превращался в идеализированный объект, не совпадающий с действительным предметом.

Во второй половине XVIII в. образуются сообщества исследователей, поддерживаемые общественным мнением и государством.

- Сообщество немецких химиков — одно из первых национальных дисциплинарно ориентированных объединений исследователей, сложившееся в Германии к концу XVIII столетия.
  - Коммуникации между исследователями осуществляются уже на национальном языке и в них сочетаются личные коммуникации и обмен результатами исследований, благодаря публикации отдельных сообщений в журнале «Химические анналы». Этот журнал сыграл особую роль в объединении немецких химиков.

История становления форм научной коммуникации – это одна из новых идей в социологии науки, потому раньше на это как-то меньше обращали внимание. Напомню, что вплоть до середины XX века в системе науки считалось, что субъект познания – индивидуум.

Понимание о коллективном (групповом) субъекте (о «научном сообществе») – это уже идея XX века.

### История становления форм научной коммуникации

## Периодические журналы

## Новое средство научной коммуникации

- Во второй половине XVIII в. коммуникации между исследователями осуществляются уже на национальном языке
  - Переписка постепенно утрачивает свой прежний статус одного из основных объединителей исследователей, а «Республика ученых» заменяется множеством национальных дисциплинарно ориентированных сообществ. Внутренняя коммуникация в этих сообществах протекает значительно интенсивнее, чем внешняя. Место частных писем, выступающих как научное сообщение, занимает статья в научном журнале.
- Новое средство научной коммуникации - статья в научном журнале утверждается к середине XIXв.
  - В отличие от письма, ориентированного на конкретного человека, статья адресована анонимному читателю, что приводило к необходимости более тщательного выбора аргументов для обоснования выдвигаемых положений.
  - В период интенсивного оформления дисциплинарной организации науки статья обрела те функции, в которых она предстает в современном научном сообществе:
    - форма трансляции знания, предполагая преемственную связь с предшествующим знанием, поскольку ее написание предполагает указание на источники (институт ссылок),
    - заявка на новое знание.
  - Статья в отличие от книги меньше по объему, в ней не требуется излагать всю систему взглядов, поэтому время появления ее в свет сокращается.
  - Статья не просто фиксирует то или иное знание, она становится необходимой формой закрепления и трансляции нового научного результата, определяющего приоритет исследователя.
- Организация и выпуск периодических научных журналов.
  - Прежний язык научного общения — латынь — постепенно уступает место общедоступному национальному языку, который благодаря специальным терминам, особой системе научных понятий трансформируется в язык научной коммуникации.
  - Новая форма трансляции знания расширяет возможности исследователей ознакомиться с полученными научными результатами и включить их в состав собственных исследований.

Функции научных журналов и их статей, которые сложились в середине XIX века, практически не изменились.

Мы не стали вести историю от Средневековья, потому что до эпохи Возрождения вся система развития знания и образования была под эгидой Духовенства.

Мы обсуждаем уже Новое время.

## 5.11 Становление социальных институтов науки

### Становление социальных институтов науки

- Академические учреждения.
  - В XVII — начале XVIII столетия возникли академии в Англии - Лондонское королевское общество — 1660 г., Франции - Парижская академия наук — 1666 г., Германии - Берлинская академия наук — 1700 г., России - Петербургская академия — 1724 г. и др.)
  - Показательно, что в уставах академий обращалось внимание не только на необходимость теоретических разработок, но и на практическое внедрение результатов научных исследований. Это был существенный аргумент, которым ученые стремились добиться поддержки со стороны правительства.
  - В этот исторический период многие ранее возникшие академические учреждения дополняются новыми объединениями, со своими уставами, в которых определялись цели науки.
  - В отличие от «Республики ученых», где складывались неформальные отношения между учеными, такие сообщества были формально организованы, в них обязательно были предусмотрены еженедельные заседания, наличие уставов, определяющих жизнедеятельность данных учреждений, и т.д.
- Ассоциации ученых и дисциплинарные научные общества
  - В конце XVIII — первой половине XIX в. в связи с увеличением объема научной, научно-технической информации, наряду с академическими учреждениями, начинают складываться новые ассоциации ученых, такие, как «Французская консерватория (хранилище) технических искусств и ремесел» (1795), «Собрание немецких естествоиспытателей» (1822), «Британская ассоциация содействия прогрессу» (1831) и др.
  - Научные журналы становились своеобразными центрами кристаллизации новых типов научных сообществ, возникающих рядом с традиционными объединениями ученых
- Новый тип профессиональной деятельности — университетский профессор, и система подготовки научных кадров.
  - Ситуация, связанная с ростом объема научной информации и пределами «информационной вместимости» субъекта, не только существенно трансформировала формы трансляции знания, но и обострила проблему воспроизведения субъекта науки.
  - Возникла необходимость в специальной подготовке ученых, когда на смену «любителям науки, вырастающим из подмастерьев, приходил новый тип ученого как тип университетского профессора». (Бернал Дж. Наука в истории общества. М., 1956. С. 308).
  - В данный период все более широкое распространение приобретает целенаправленная подготовка научных кадров, когда по-всеместно создаются и развиваются новые научные и учебные учреждения, в том числе университеты.

Следующий этап развития социальных движений в науке — это становление социальных институтов.

Наиболее показательный социальный институт в науке — это Академическое учреждение.

В Академических учреждениях работали учёные, которые занимались только наукой. Это не Декарт, не Алессандро Вольта, не Бенджамин Франклайн, которые просто занимались наукой, потому что было интересно. Франклайн при этом был чуть-ли не президентом США.

Государство содержит Академические учреждения и обеспечивает деятельность учёного.

Также возникают свободные ассоциации учёных и дисциплинарные научные сообщества по интересам, которые складываются как раз вокруг научных журналов.

Новый тип профессиональной деятельности (университетский профессор) и подготовка научных кадров как раз и связаны с развитием университетов.

## 5.12 Развитие университетов

### Развитие университетов

- Первые университеты возникли еще в XII—XIII вв. создавались для подготовки духовенства. Длительное время в преподавании главное внимание уделялось богословию.
  - Парижский — 1160 г., Оксфордский — 1167 г., Кембриджский — 1209 г., Падуанский — 1222 г., Неапольский — 1224 г. и т.д.
  - Однако в конце XVIII — начале XIX в. ситуация меняется, большинство существующих и возникающих университетов включают в число преподаваемых курсов естественнонаучные и технические дисциплины. Открываются новые центры подготовки специалистов, в частности, известная политехническая школа в Париже (1795), в которой преподавали Ж. Лагранж, П. Лаплас и др.
- Система дисциплинарно-организованного обучения.
  - Растущий объем научной информации привел к изменению всей системы обучения. Возникают специализации по отдельным областям научного знания, и образование начинает строиться как преподавание групп отдельных научных дисциплин, обретая ярко выраженные черты дисциплинарно-организованного обучения.
  - Это оказало обратное влияние на развитие науки, в частности становление конкретных научных дисциплин.
  - Процесс преподавания требовал не только знакомства слушателей с совокупностью отдельных сведений о достижениях в естествознании, но систематического изложения и усвоения полученных знаний.
- Систематизация знаний в процессе преподавания выступала как один из факторов формирования конкретных научных дисциплин.
  - Систематизация по содержательному компоненту и совокупности методов, с помощью которых были получены данные знания, стала рассматриваться как основа определенной научной дисциплины, отличающая одну совокупность знаний (научную дисциплину) от другой.
- Специальная подготовка научных кадров (воспроизведение субъекта науки) оформляла особую профессию научного работника.
- Наука постепенно утверждалась в своих правах какочно установленная профессия, требующая специфического образования, имеющая свою структуру и организацию.

Первые университеты (в XII-XIII веках) создаются на базе духовенства.

На базе университетов складывается система дисциплинарно-организованного обучения.

Это расширение деятельности в системе науки и дисциплин приводит к новой системе организации науки, которая получила название Большая Наука.

## 5.13 Большая наука

### Большая наука

- В XX в. резко возрастает число занятых в науке профессиональных исследователей.
  - К началу XIX столетия в мире насчитывалось около 1 тыс. ученых, к началу XX в. их численность составляла уже 100 тыс., а к концу XX столетия — 5 млн.
  - После Второй мировой войны удвоение числа людей, занятых в науке, происходило в Европе за 15 лет, в США — за 10 лет, в СССР - за 7 лет.
- Усиливается специализация научной деятельности.
  - К концу XX в. в науке насчитывалось уже более 15 тыс. дисциплин.
  - Возникают крупные исследовательские коллективы (НИИ, национальные лаборатории, исследовательские центры), которые сосредоточиваются только на решении исследовательских задач в соответствующей области знания.
- В Большой науке возникает разнообразие типов научных сообществ.
  - Официально функционирующие коллективы сочетаются с неформальными
  - Возникают и действуют как «незримые колледжи» (термин, введенный американским историком науки Д. Прайсом), в которых исследователи, работающие над определенной проблемой по интересам, поддерживают информационные контакты, обмениваются результатами и обсуждают их.
- Неформальные коммуникации в рамках «Незримого колледжа» могут возникать как в рамках того или иного отдельного крупного исследовательского коллектива (НИИ, университет), так и в качестве объединения исследователей, работающих в разных коллективах, в разных городах и регионах.
  - По подсчетам Д. Прайса, в «незримом колледже» благодаря большей частоте информационных контактов и работе по интересу производительность труда ученых выше, чем в формально фиксированных сообществах. Но возможности неформальных объединений ограничены. Они не обладают необходимой материальной базой для исследований.
  - Поэтому их эффективность проявляется только в их симбиозе с формальными коллективами (НИИ, университетами, национальными лабораториями и исследовательскими центрами).

Эффективность научных исследований связана с симбиозом формальных коллективов (научных лабораторий) с неформальными формами общения.

## 5.14 Наука – производительная сила общества

Наука -  
производительная  
сила общества

- В современном мире достижения науки являются основным источником наращивания общественного богатства.
- Наука становится областью специального финансирования.
  - В этом процессе участвуют как фирмы и корпорации (преимущественно инвестирующие те прикладные исследования и разработки, которые дают технологические результаты, внедряемые в производство и сферу услуг), так и государство, которое играет доминирующую роль в финансировании фундаментальных исследований.
  - Вложения в науку в технологически развитых странах постоянно растут. В США расходы на науку в 1950 г. составляли 3 млрд долларов, в 1960 — 13 млрд, а в 2000 — уже 228 млрд долларов. «Национальные затраты человеческой энергии и денег, неожиданно превратили науку в одну из решающих отраслей национальной экономики» (Прайс Д.).
    - Например, современные эксперименты в физике элементарных частиц используют весьма дорогостоящие ускорители. Ускоритель ЦЕРН (европейского центра ядерных исследований) в Женеве установлен на 100-метровой глубине под поверхностью Земли, в двух взаимосвязанных кольцеобразных тоннелях длиной более 20 км. Его обслуживает особая электростанция и мощная сеть компьютеров, обрабатывающая экспериментальную информацию. Работа на таком экспериментальном устройстве осуществляется по заранее составленным планам, посменно различными исследовательскими группами. Само сооружение таких установок требует огромных затрат, оцениваемых в миллиарды долларов..
    - Аналогично обстоит дело с работой таких приборов, как мощные телескопы, выводимые на околоземную орбиту для наблюдения за дальними галактиками и другими космическими объектами. Их изготовление, доставка на орбиту, компьютерная обработка получаемых данных в соответствующих лабораториях на Земле суммарно исчисляются уже сотнями миллионов и даже миллиардами долларов..
  - Современная дисциплинарно-организованная наука с четырьмя основными блоками научных дисциплин — математикой, естествознанием, техническими и социально-гуманитарными науками — характеризуется дисциплинарными и междисциплинарными механизмами порождения знаний, которые обеспечивают новые возможности для технологических инноваций в самых различных сферах человеческой жизнедеятельности.

Ещё один момент, характеризующий социальный статус науки – это так называемое понимание науки как производительной силы общества.

## 5.15 Инновационная деятельность

### ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

#### Общая характеристика

Тесная интеграция науки и промышленного производства - основная несущая экономическая конструкция индустриального и постиндустриального общества

#### Социальные институты науки

- В широком смысле инновационная деятельность подразумевает
  - процесс создания новых потребительных стоимостей (товаров и услуг)
  - эффективное сочетание интеллектуального капитала и технологии организации производства
- Инновация – активное или пассивное изменение данной системы в отношении к внешней среде
  - Виды инноваций
    - Продукт – инновация направлена на результат труда
    - Процесс – инновация направлена на создание новой технологии
    - Социальная инновация направлена на изменение социально-технической системы изменение привычного типа мышления и стиля жизни
- Инновационная деятельность несводима к одному мероприятию имеет высокий уровень риска, сложно прогнозируется в отношении сроков и результата
- Социальные институты науки обеспечивают инновационный цикл, включающем три основных этапа:
  - Фундаментальные исследования
  - Научно-производственную подготовку в прикладных исследованиях
  - Внедрение (нововведение)
- Полный инновационный цикл завершается материальной прибылью на коммерческой стадии и устареванием продукта

И следующая характеристика, которая соответствует современному состоянию общества – это понятие инновационной деятельности, которая тоже связывается с развитием науки как производительной силы (здесь конечно больше акцент на создание новых продуктов и научно-технических технологий).

Социальная структура науки в этом плане вписывается в контекст инновационной деятельности.

Есть понятие новация – это нечто новое.

А инновация – это не просто новая идея, а именно внедрение, которое приводит к активному или пассивному изменению системы в отношении к внешней среде.

## 5.16 Инновационная политика

- *Многоступенчатый инновационный цикл требует больших вложений*
- *Исходный этап – фундаментальное открытие*, мотивированное познавательным интересом, не ориентировано на прямое использование получаемых результатов.
  - Современный каскад инноваций опирается на открытия 25-30-летней давности. Спонсор – государство
    - Пример. По подсчетам Бюджетного управления конгресса США, вложения в фунд. науку окупаются, в конечном счете, с прибылью от 38 до 80%. Но отсрочено! Прибыль получают не те, кто работал над проблемой и пришел к фунд. открытию, а государство. Ученый получает зарплату и пенсию. 73% патентных заявок, поступающих в Патентное Бюро, содержат ссылки на финансирование из государственной казны.
- *Второй этап инновационного цикла – прикладное исследование*, в котором выясняется возможность и целесообразность использования фундаментального результата в практической сфере, выполняются расчеты проектов, разработки макетов, опытных образцов, их испытания и коррекция. Результат этого этапа – прототип (проект) изделия, относительно которого оцениваются рыночные перспективы.
- *Третий этап – конструктивная доработка прототипа*, превращение его в товарный образец, параллельно – маркетинговые исследования. Итог – изделие поступает на рынок.
  - Далее происходит распространение нового товара, диффузия инновации, которая приводит к коммерческому эффекту (прибыли) через товарооборот.
- На характер инновационного цикла влияют:
  - Глобализация науки, экономики, информационных ресурсов, транснациональный характер явлений и исследований. Инновационный цикл становится интернациональным.
  - Ограничения, накладываемые формами интеллектуальной собственности
  - Наличие собственной фундаментальной и прикладной научной базы.
  - Система образования
  - Экономическая поддержка
  - Научно-техническая политика.

Поскольку инновационная деятельность не определяется одним институтом/университетом, то она требует интегрального подхода, который получил название инновационная политика.

Политика, которую конечно может иметь частная фирма. Но прежде всего это, конечно, политика, которая связана с государственными установками и прежде всего такая политика должна учитывать некоторые объективные факторы инновационного цикла.

Объективные факторы связаны с тем, что этот цикл требует больших вложений и имеет много ступеней (3 основных – исходный этап, второй этап и третий этап).

### Инновационная политика

#### Проблема управления научно-техническим процессом

#### Объективные факторы инновационного развития

#### Инновационный цикл

## Иновационная политика

### Объективные факторы инновационного развития

#### Экспоненциальный рост стоимости науки

- Генри Адамс, американский историк в начале 19. в. сформулировал закон, согласно которому прогресс общества (и прогресс науки) растет подобно капиталу при начислении сложных процентов:
  - за определенное число лет исходный объем удваивается, утраивается и т.д., развитие науки описывается показательной функцией.
- В 20 в. наука превратилась в крупную отрасль национального хозяйства, возникла ситуация научно-информационного взрыва (число публикаций и патентов росло как снежный ком).
- Выяснилось, что число крупных открытий в той или иной дисциплине увеличивается линейно.
- Английский физик Н.Решер в 1978 г. предложил «закон логарифмической отдачи», отражающий ход НТП:
- Производственная функция науки определяется соотношением:
  - $F(t) = K \lg R(t)$ , где  $F(t)$  – мера суммарного числа первоклассных научных результатов,  $R(t)$  – суммарный объем ресурсов, затрачиваемых на н.-т. деятельность,  $K$  – коэффициент, величина которого зависит от конкретного содержания переменной  $R(t)$  – вид ресурсов, характер н. исслед.
- Чтобы поддерживать скорость увеличения результатов  $F$ , нужно наращивать ресурсы  $R$  по экспоненте, чтобы  $R(t) = 10^{Kt}$ .
  - Наука становится все дороже. Экспоненциальный рост вложений не может продолжаться вечно, стабилизация его неизбежна, значит неизбежно замедление темпа появления новых открытий.
  - Крупные открытия – только часть общего объема результатов научной деятельности, которые образуют своеобразную пирамиду.

Здесь приведены примеры, которые подтверждают объективные факторы инновационного цикла, который связан именно с экономическим аспектом.

## 5.17 Модели инновационного развития

### Модели инновационного развития

В XXIв. Наукоемкие технологии и отрасли определяют качество жизни человеческого общества. В наукоемких отраслях поддерживается высокий темп научно-технического прогресса в соответствии с той или иной моделью инновационной политики

- **Модель инновационной среды** (пример Силиконовой Долины в США, технопарки в России), развивающейся на основе сети децентрализованных взаимосвязей
  - Эффективность обеспечивается инфраструктурой, включающей 4 обязательных элемента
    - Науку, представленную крупными научно-исследовательскими центрами
    - Крупный частный капитал
    - Многопрофильные предприятия
    - Высококвалифицированные кадры
- **Транснациональная модель инновационного развития**
  - Цель – организация эффективного инновационного процесса, полного обеспечения развития инновационной среды на основе диктата интересов ТНК
- **Модель Европейского сообщества - Интернациональные исследовательские программы**
  - программа «Геном человека»,
  - европейские проекты космической техники.
  - Инструменты Европейской инновационной политики
    - Инновационная карта (4 группы индикаторов научно-инновационного развития)
    - Комиссия по науке ЕС
    - Форум «Евросайенс»

Здесь представлено небольшое обобщение так называемых моделей инновационной политики, которые сложились к началу XXI века.

Научно-технический прогресс регулируется (управляется) определённой моделью инновационной политики. На слайде представлены модели, которые можно выделить.

ТНК = транснациональные компании. Внегосударственная модель, которая может прийти к противоречию с интересами государства.

## 5.18 Модели научно-технического развития в государственной политике

### Модели Научно-технического развития в государственной политике

- Модели государственного протекционизма
  - Закрытый национальный рынок, поддержка инновационной деятельности национальных фирм, копирование европейских и американских технологий с переходом к производству собственных высоких технологий Пример Японии и Южной Кореи
- Модель государственной поддержки в условиях открытых экономических границ (пример Франции).
  - Правительство поддерживало национальные фирмы в открытой международной конкуренции на информационном рынке.
- Военные модели инновационного развития, определенные стремлением к превосходству на рынке вооружений и национальной безопасности (характерны для политики США, СССР, РФ).
  - Две проблемы военной модели
    - Техническая проблема связана с секретностью технологий, что ограничивает горизонт инновационного развития
    - Моральная проблема связана использованием новейших технологий для уничтожения
      - В долгосрочной перспективе военная модель вынуждена распространять технологии ВПК в широкий класс гражданских производственных циклов и продуктов

Если рассматриваем модели технического развития в рамках государственной политики, то здесь можно выделить 3 модели.

## 5.19 Проблема ценности научно-технического прогресса

### Проблема ценности научно- технического прогресса – критерии НТП

- Будущего цивилизации определяется противоречивым соотношением технического и социального развития. В его основании две составляющие:
  - освоение природы как источника ресурсов жизни
  - борьба общностей за ресурсы (сейчас это борьба за характер обмена результатами деятельности, когда более выгодный обмен достигается за счет технологического соревнования и путем силового воздействия).
- *Комплексное использование ресурсов природы* означает всестороннюю реализацию их полезных свойств с учетом технической осуществимости, экономической и экологической целесообразности, а также социальных условий и потребностей.
  - Критерием прогресса технологий природопользования выступает преодоление антропогенного влияния на экосистемы Земли.
  - Степень полноты использования природных ресурсов обусловлена техническими, экономическими, экологическими и социальными факторами, которые являются регуляторами процесса природопользования.
  - *Критерий ресурсосберегающих технологий* в производстве, на транспорте и в быту - суммарный объем мирового энергопотребления

Следующий момент, который связан с развитием социологии науки – это конечно же проблемы, которых раньше в науке не было, но они появились и связаны с такими понятиями как ценность научно-технического прогресса, критерии научно-технического прогресса и так называемые этические проблемы.

Почему они возникают? Потому что кризисы экологические, глобальные, которые фиксируются во второй половине XX века, рождают идею прогнозирования или хотя бы примерного представления о будущем цивилизации (сохранение или уничтожение).

Если мы говорим о критериях природопользования, то здесь выдвигается 2 принципа: комплексное использование ресурсов природы (безопасность биосферного пространства жизни, в котором осуществляется деятельность) и критерий ресурсосберегающих технологий.

## Ценностные ориентиры цивилизационного развития

органичное встраивание технического прогресса в культурные традиции человечества и естественное жизненное пространство.

- Критерии НТП в концепции устойчивого развития
- Равновесие общества и природы, мира природного и мира искусственного
- Защита окружающей среды (биосфера) от антропогенных воздействий,
- Диалог «человека и природы», в котором природа, окружающая человека среда, - самоценный компонент, обладающий правом голоса, а в ситуации экологического кризиса часто даже правом первого голоса.
- Социальная ответственность конкретных лиц, принимающих решения о проектах, могущих принести вред человеку и человечеству.
- Формирование нового мировоззрения людей в эпоху глобальных кризисов
  - Философия устойчивого научно-технического и хозяйственного развития.
  - Биоэтика
  - Принцип коэволюции в биосферном единстве.
  - Экофилософия

Как в условиях интенсивного влияния на природу технологических процессов (и создания так называемой техносфера, которая давит на природные циклы) обеспечить устойчивое развитие и человеческого общества, и природного пространства жизни?

Это входит в понятие ценностных ориентиров развития цивилизации, то есть органичное встраивание технического прогресса в естественное жизненное пространство и культурные традиции человечества.

Оrientиром является равновесие общества и природы, мира природного и мира искусственного и так далее по слайду.

Одна из задач, которая из этого (этих критериев) вытекает – это формирование нового мировоззрения в эпоху глобальных кризисов. Направления этого нового мировоззрения, которые характеризует современную философию науки: философия устойчивого научно-технического и хозяйственного развития, биоэтика, принцип коэволюции в биосферном единстве, экофилософия.

## 5.20 Биоэтика

### Биоэтика

(от греч. др.-греч. βίος — жизнь и ἠθική — этика, наука о нравственности)

- В широком смысле термин **биоэтика** относится к исследованию социальных, экологических, медицинских и социально-правовых проблем, касающихся не только человека, но и любых живых организмов, включенных в экосистемы, окружающие человека.
  - В этом смысле биоэтика имеет философскую направленность, оценивает результаты развития новых технологий и идей в медицине и биологии в целом.
- Термин *Биоэтика* был введен в 1969 г. американским онкологом и биохимиком В. Р. Поттером для обозначения этических проблем, связанных с потенциальной опасностью для выживания человечества в современном мире.
  - Первое упоминание термина в медицинском журнале относят к 1971 г. Первое упоминание как самостоятельного термина относят к 1971 г.
- В узком смысле понятие биоэтика обозначает весь круг этических проблем во взаимодействии врача и пациента.
  - В Encyclopedia of Bioethics (т. 1, с. XXI) биоэтика определяется как «систематическое исследование нравственных параметров, — включая моральную оценку, решения, поведение, ориентиры и т. п. — достижений биологических и медицинских наук».

Интересный термин. На самом деле этика (наука о нравственности) – это система, которая обеспечивает гармонию общественных отношений.

А биоэтика касается не только человека, но и любых живых организмов.

Сейчас более развита отдельная область научной специализации, которая получила название биоэтика. В узком смысле это специализация или специальность научная, которая обращена к кругу этических проблем во взаимодействии в медицине (врача и пациента).

## 5.21 Экофилософия

### Экофилософия

- В становлении экофилософии решающее значение сыграло учение В.И.Вернадского (1863–1945) о биосфере, в котором ключевое положение занимает трактовка живого вещества как единой системы всех растительных и животных организмов планеты, естественного компонента земной коры, наряду с минералами и горными породами.
- Согласно системному биокосмическому принципу Вернадского необходимо рассматривать живую природу Земли как целостную систему, взаимодействующую с вещественно-энергетическими процессами, протекающими в земных, околоземных и отдаленных пространствах Космоса.
- Такое обобщение вводит новые функциональные системы в виде обменных циклов (биогеоценозов), позволяет рассматривать биосферное единство в его внутренних и внешних взаимосвязях.
  - Изменение системных макроусловий оказывается эволюционным фактором, меняющим потенциальную норму жизни системы, что вызывает ее кардинальную перестройку.
  - Новая структура и ее новые свойства вроде бы не имеют видимых оснований. Такой характер возникновения специфических для новой целостности свойств получил название эмерджентной эволюции (наглядный пример - принцип действия калейдоскопа). В этом же ключе развиваются представления о системной детерминации в современной биологии.
  - Жизненное пространство, образующее макроуровень жизни органической системы, очерчено единством системных условий, которые с точки зрения элементов самой системы (микроуровня) воспринимаются как априорные ограничения

Ещё одна область, которая получила развитие в философии науки, получила название экофилософия. У неё конечно есть более глубокие философские научные корни (философские учения русского космизма). Это, конечно, работы Вернадского и Циолковского.

Наибольший приоритет в этой области, конечно, у Вернадского.

Вообще надо сказать, что первая идея Вернадского, которая получила название геохимической концепцией в эволюции Земли – это идея о том, что объяснить эволюцию Земли и её расширение (есть такая проблема) можно идеей о миграции атомов химических элементов. То есть его геохимия построена на понятии миграции химических элементов в оболочках Земли. А дальше Вернадский переходит уже к биосферной концепции, где формулирует концепцию о круговороте живого вещества.

Вообще идея Вернадского связана с так называемым биокосмическим принципом, согласно которой живая природа Земли (биосфера) выступает как целостная система, взаимодействующая с вещественно-энергетическими процессами, которые протекают в земных, околоземных и отдалённых пространствах Космоса.

Обсудили момент, связанный с экофилософией, его концептуальную основу, а собственно говоря дальше на этой базе начинают разворачиваться и новые идеи. Сейчас в науке мы видим дисциплины экологического цикла, которые строятся на концепции биосфера и охватывают совершенно новые единицы исследования природы.

Биогеоценозы позволяют исследовать взаимосвязь не только человека и природы, но прежде всего взаимосвязь климатических зон экосистем в едином пространстве биосфера,

которая живёт как некое единое жизненное пространство.



20 открытий  
XXI века

Просмотр видеоролика о 20 открытиях XXI века.

## 6 Лекция 14.12.2023 (Шипунова О.Д.)

### Лекция 6.

#### Междисциплинарные взаимодействия и междисциплинарные стратегии современной науки.

- Развитие системных представлений в междисциплинарных взаимодействиях
- Науки о сложных системах
- История и предмет кибернетики
- Основные понятия кибернетики
- Общенаучные познавательные стратегии
- Функциональный подход
- Информационная парадигма
- Синергетическая парадигма
- История синергетики
- Основные понятия теории самоорганизации

Сегодня лекция очень напряжённая, так как она посвящена новой области в системе науки, которая оформляется в середине XX века (во второй половине XX века) и получила название междисциплинарной области.

Основной смысл этой области в том, что вводятся такие концепты (понятия) и такой статус исследуемого объекта, которых раньше не было в науке, и всё это опирается на новое представление о самом изучаемом объекте как некой системе, которая имеет внутреннюю организацию и внешние взаимодействия.

## 6.1 Междисциплинарные взаимодействия в истории науки XX в.

### Междисциплинарные взаимодействия в истории науки XXв.

#### Развитие системных представлений

- Систематизация данных как метод представлен в истории развития конкретных наук XIII-XIX вв.
  - Систематика живых видов организмов легла в основание эволюционной теории в биологии.
  - Таблица химических элементов выявила периодический закон для свойств элементов.
- Междисциплинарные взаимодействия лежат в основании геохимии (20-е гг. XXв., в трудах В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, В.М.Гольдшмидта, Ф.Кларка).
- Геохимические концепции опираются на представление о миграции атомов в магме, гидросфере, литосфере, атмосфере.
- Миграция элементов рассматривается и изучается на разных уровнях механических, физико-химических, биогенных, техногенных процессов.
  - Изучение эволюционной миграции элементов в периоды геологической истории, позволяют выявить особенности состава атмосферы, гидросферы и литосферы прошлых эпох, установить геохимические факторы возникновения и развития жизни на Земле.
  - Миграция элементов в геохимии рассматривается и изучается на разных уровнях. Наиболее общие виды миграции элементов представлены механической, физико-химической, биогенной, техногенной миграцией.

Само явление систематизации в каком-либо виде особенно было развита в области зоологии, биологии и так далее. То есть тематика живых существ. К середине XIX века весь этот материал начинает систематизироваться в определённых концепциях. Первая концепция, которая концептуализирует весь уже систематизированный материал, представлена в химии в виде периодического закона для свойств элементов. Тогда было известно всего лишь 61 элемент. Менделеев располагает их таким образом, чтобы выявить некоторую закономерность в химических свойствах, которая позволяет глубже исследовать сами элементы, а более того открывать новые химические элементы, которые в естественном режиме было трудно бы найти.

Именно систематизация и рассмотрение закономерности свойств в истории науки породила такие замечательные открытия как открытие радиоактивности и целый класс тяжёлых элементов. Это результат систематизации фактического материала, который наблюдается, например, и в области биологии (систематика насекомых и так далее).

Строго говоря, систематика живых существ в определённые виды по определённым критериям тоже легла в основании уже эволюционной теории в биологии, которая тоже считается одним из концептуальных оснований биологии.

Если брать именно первые науки, которые формулируются именно на взаимосвязи разных наук, то это, конечно, геохимические концепции (разные миграции).

Объясняется естественная эволюция физического мира Земли, которая привязывается к таким периодам как безатмосферный период, период первоначальной атмосферы, в которой содержалось больше углекислоты, и современная кислородная атмосфера.

## 6.2 Развитие системных представлений в генетике начала XX в

### Развитие системных представлений в генетике начала XXв

- Аппарат классической генетики включает понятия генотипа и фенотипа, которые обозначают устойчивые системные образования, характеризующие наследственность и изменчивость представителей конкретного вида.
- Вильгельм Иоганнсен (1857-1927) вводит понятие «ген» для обозначения дискретной единицы, ответственной за наследование определенного признака (задатка).
- Т.Х. Морган в хромосомной теории наследственности обосновывает устойчивость и неразложимость гена, устанавливает закон о сцеплении генов в хромосомах (при передаче наследственных признаков новый организм получает систему генов родителя целиком). Это отражено в понятии геном (набор генов в хромосоме)
- В учении о множественном (плейотропном) действии генов Т.Х. Моргана каждый ген может воздействовать не только на соответствующий специфический признак, но и на ряд других и вообще на всю сумму. Наследственная структура каждой клетки определяется комплексом генов.

В генетике тоже развивались системные представления. Начало генетики совпадает с началом XX века (1900 год). Генетика целенаправленно изучает механизмы наследственной передачи и памяти наследственных признаков.

Морган указывает на то, что недостаточно одного гена (рассматривает набор генов в хромосоме, которые передаются пучком).

С одной стороны Морган выступил против эволюционной теории Дарвина, утверждая, что устойчивость наследственных признаков настолько очевидна, что вообще исключает какие-либо признаки естественного отбора и вообще никакой эволюции не предполагает. По его мнению, наследственный признак никак не может измениться.

## 6.3 Проблема синтеза классической генетики и эволюционной теории в биологии

### Проблема синтеза классической генетики и эволюционной теории в биологии

- Т.Х. Морган выступил против эволюционной теории Дарвина, утверждая, что устойчивость наследственных признаков исключает изменчивость вида и делает очень проблематичным закон естественного отбора.
- Развивая учение Моргана о множественном действии генов, Четвериков в концепции популяционной генетики ввел понятие «генотипической среды».
- Активная роль естественного отбора - в создании благоприятной генотипической среды.
  - Генетическая структура вида состоит из громадного числа более или менее отличных друг от друга генотипов.
  - Один и тот же ген в различных генотипических комбинациях попадает в различную «генотипическую среду», следовательно, каждый раз его внешнее проявление будет наследственно видоизменяться, его проявление будет наследственно колебаться, наследственно «флуктуировать».
  - Действие естественного отбора простирается на весь комплекс генов, на всю генетическую среду, в которой данный ген себя по-разному проявляет. Отбирая один признак, один ген, в процессе естественного отбора косвенно определяется наиболее благоприятная для проявлений данного признака генотипическая среда.

Следующее учение, которое выдвигается уже в 20-х годах XX века Сергеем Четвериковым получило название популяционной генетики, в которой вводится уже такое понятие как генотипическая среда. Это учение призвано объяснить роль естественного отбора.

В эволюционном плане изменения вида активная роль естественного отбора заключается в создании благоприятной генотипической среды.

Генотип (в классической генетике) – это некая абстракция в наборе признаков, которая характеризует наследование определённых структур и морфологии (так сказать, усреднённая форма морфологии вида, которая реализуется в каждом индивидууме).

Фенотип (в классической генетике) – это внешнее проявление генотипа, которое связано с окружающей средой (чёрные лебеди/белые лебеди).

Естественный отбор по системе Четверикова связан с тем, что поскольку гены в процессе отбора по хромосомной теории взаимодействуют со всеми системами организма, то собственно говоря, если в какой-то среде отбирается или фиксируется один признак (через отбор, естественно, выживание), то в конечном счёте именно для отбора этого признака в системе складывается определённая генетическая среда, которая либо блокирует этот признак, либо наоборот развивает.

Концепция Четверикова позволила соединить классическую генетику и эволюционную теорию.

## 6.4 Междисциплинарный статус кибернетики в системе современной науки

### Междисциплинарный статус кибернетики в системе современной науки

- Специфика кибернетики связана с введением в научный оборот понятия абстрактной системы и закономерного характера процесса управления, наблюдаемого в природе, социуме и технике
- Поведение любого объекта стали трактовать через действие, направленное на достижение конечного состояния, при котором объект вступает в определенную связь в пространстве и времени с другими объектами или событиями.
  - Это отличалось от установившегося понимания действия в классическом естествознании (в частности, в физике и химии).
- Основной объект кибернетики - Целенаправленное поведение живых систем и технических автоматов
  - Примеры кибернетических систем: автоматические регуляторы в технике, ЭВМ, человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество.
  - Каждая из перечисленных систем представляет собой множество взаимосвязанных элементов, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться ею.
  - Управление - целенаправленное воздействие на систему, приводящее к изменению ее структуры и функций

Самая главная наука, с которой начинается междисциплинарная область науки – это кибернетика, которая связана с введением в научный оборот трёх понятий (система, управление и информация) в абстрактном виде (без привязки к какой-то структуре).

Объектом кибернетики заявлены любые системы (технические, живые и так далее) и их поведение.

Основной акцент кибернетики был связан с автоматизацией и управлением автоматическими системами.

## 6.5 Науки о сложных системах. История кибернетики

### Науки о сложных системах

#### История кибернетики

- Термин «кибернетика» (κυβερνητική – греч. «искусство управления»)
  - впервые употребил французский физик Анри Ампер в 1834 г., обозначив им особое искусство управления обществом.
- В 50-е гг. XX в. кибернетика оформляется как особая наука об управлении, связи и переработке информации.
- Начало - техника управления полетом самонаводящихся автоматических систем
- Норберт Винер (1894-1964) - «Кибернетика или управление в животном и машине», 1948 г.
  - определила новый стиль технического и научного мышления второй половины XX века не только в естествознании, но и в широкой междисциплинарной области научных исследований, в том числе в области социогуманитарной.
- Джон фон Нейман (1903-1957) - «Общая и логическая теория автоматов»
  - сформулировал основные принципы строения управляющих систем.
  - непосредственно участвовал в создании первых цифровых вычислительных машин (1943 г.).

Отец кибернетики, Норберт Винер, был инженером, который занимался управлением самонаводящихся автоматических систем. Но в системе науки Норберт Винер связан не только с термином кибернетика, который означает «искусство управления», но и тем, что он написал свою замечательную книгу «Кибернетика или управление в животном и машине», которая определила новый стиль технического и научного мышления. Уже в названии было заявлено, что и животные, и машины, и вообще любая система подчиняются неким одним и тем же законам.

Дальше разворачивается новое исследование таких систем через новые термины, которых раньше в науке не было.

Ещё один основатель кибернетики, Джон фон Нейман, создаёт теорию логических автоматов. Формулирует принципы математики и участвует в создании первых вычислительных машин.

## 6.6 Основные понятия кибернетики

### Основные понятия кибернетики

#### Абстрактная система

- **Система** - единство взаимосвязанных элементов или структур, которое отличается от простой совокупности (суммы частей, множества) наличием внутренних и внешних связей.
  - **Целостность** - система обладает особыми свойствами, которые характеризуют ее как целое, определяют ее поведение и развитие.
  - **Системные свойства** нельзя отнести к элементам, составляющим систему.
  - Такие свойства называют эмерджентными (возникающими сами собой, как бы ниоткуда). Для них невозможно указать конкретное субстратное основание.
    - Например, человек испытывает страх, но отнести это ощущение к определенному органу тела невозможно. В человеческом организме есть пять органов чувств, но нет органа страха. То же можно сказать об инстинктах, эмоциях, образах и мыслях.
- **Простые системы** состоят из относительно небольшого числа элементов, взаимные отношения между которыми поддаются анализу и математическому расчету.
  - Строение простых систем мало изменяется во времени. Поведение простых систем строится по принципу однозначной причинно-следственной связи, имеет линейный характер, точно прогнозируется. Например, можно предсказать положение звезды или планеты, рассчитать рост кристалла
- **Сложные системы** состоят из большого числа динамичных структур (подсистем), взаимодействие между которыми постоянно изменяется.
  - Принципы поведения сложной динамической системы
    - организованность
    - целесообразность

Кибернетика вводит некий концептуальный аппарат общенаучного плана, который в дальнейшем распространяется в самые разные научные области. Прежде всего это система – именно как абстрактная система.

Система – это некая целостность (взаимосвязанные элементы или структуры), которая имеет свойство, отличающееся от свойств тех элементов, которые составляют систему.

Свойства самой системы определяют или могут изменять то, что происходит у неё внутри.

Системное свойство – это свойство, которое относится именно к самой системе, а не к её составляющим. Такие свойства с классической точки зрения нельзя отнести к какой-либо материальной структуре. Например, понятие инстинкт мы не можем отнести к какому-либо органу, хотя это физиологическая система.

Первая классификация систем: простые системы и сложные системы.

Новация кибернетики в том, что она выделяет сложные системы, взаимодействие между частицами которых настолько серьёзно, что пренебречь ими нельзя. То есть сложные системы характеризуются как динамические системы, то есть постоянно изменяющиеся и содержащие внутри тоже такого же типа динамические системы. Для характеристики поведения сложных систем вводятся совершенно новые параметры такие как целесообразность (которая указывает характер причины и следствия в её поведении) и организованность (которая связана как со структурными характеристиками системы, так и с её поведением).

## Основные понятия кибернетики

### Информация

- Информация - исходный смысл связан с передачей сообщений. Количество сообщений – абстрактная измеряемая величина – объект математической теории информации.
  - Клод Шеннон в 1948г. предложил количественный способ измерения потока информации. С тех пор количество информации измеряется в битах и байтах (байт - набор из 8 бит, т.е. количество информации в трех двоичных разрядах).
- Интерпретации феномена информации в современной науке.
- Н. Винер : Информация – не материя и не энергия
- Физический подход представляет информацию как негэнтропию.
  - Понятие энтропии в физике – это мера нарастания хаоса (беспорядка), следовательно, информация – это мера нарастания организованности (Л.Бриллюэн);
- Технический, собственно кибернетический подход представляет информацию как меру разнообразия (У.Р.Эшби);
- Философский подход представляет информацию как отраженное разнообразие (А.Д. Урсул.) или функциональное отражение
- 

Следующее понятие, которое вводится в кибернетике – это информация, которая тоже вводится в абстрактном понимании. В абстракции от всего вплоть до того, что первое определение информации по Винеру: информация – это не материя и не энергия.

Поэтому в дальнейшем народ пытается этот феномен информации (которая не материя и не энергия) определить (дать ей определение как некому явлению). Шеннон предложил количественный способ измерения потока информации (поток сообщений). Этот поток сообщений абсолютно абстрагирован от всего (в том числе от смысла самой информации). Речь идёт только о количестве. Винер знаменит тем, что он как раз показал, что это не просто количество сообщений, а это некий феномен, который до сих пор рассматривается наряду с такими универсальными понятиями, которые характеризуют материальный мир (материя и энергия).

Материя, энергия и информация – взаимосвязанная триада.

Попытки определить этот феномен (не материя и не энергия) в физическом подходе был представлен Бриллюэном, который представляет информацию как негэнтропию (или отрицательную энтропию).

В отечественной философии конца 80-х годов информация понимается как отражённое разнообразие или как функциональное отражение, то есть то отражение внешних взаимодействий, которое функционально для организации сложной системы.

## Основные понятия кибернетики

Управление  
Целевая причина

- **Управление** - целенаправленное воздействие на систему, приводящее к изменению ее структуры и функций
- **Обратная связь** - зависимость между воздействием на систему и ее реакцией.

 The picture can't be displayed.
- 1 - Положительная обратная связь - система усиливает внешнее воздействие
- 2 - Отрицательная обратная связь - система уменьшает внешнее воздействие
- 3 - Гомеостаз - система не реагирует на внешнее воздействие, сохраняя свои параметры.
  - Примером может служить постоянство температуры тела у человека, которое поддерживается организмом независимо от температуры окружающего воздуха. Правда эта независимость тоже имеет свои пределы.

 The picture can't be displayed.
- **Цель** понимается абстрактно как некоторая внутренняя установка, определенная внешней средой, внутренними потребностями системы или потребностями субъекта управления.

Третье понятие кибернетики (управление) тоже формулируется в очень абстрактном варианте.

Основной целью техники управления является обеспечение целенаправленного воздействия и обратной связи.

Обратная связь тоже вводится в достаточно абстрактном варианте и применима практически везде.

Цель определяет установку, которая двигает систему.

## 6.7 Законы кибернетики

### Законы кибернетики

- Общие законы, сформулированные в кибернетике, относятся к надежности управления действиями сложных систем.
- Главный принцип эффективного управления - постановка достижимых целей
- Закон разнообразия: эффективное управление системой возможно только в том случае, если разнообразие управляющей системы выше разнообразия управляемой.
- Закон сложности: чем выше сложность системы, тем менее она управляема.
  - Поэтому существует порог сложности системы, за которым тотальный контроль поведения системы становится невозможным из-за нарастания системных эффектов.

В системе кибернетики (науки об управлении) формулируются универсальные законы, которые связаны с эффективностью управления (или надёжностью управления).

## 6.8 Функциональный подход. Концептуальные основания

### Функциональный подход

### Концептуальные основания

- **Функциональный подход** - установка на изучение реакций системы в ответ на внешнее воздействие.
  - Принцип «Черного ящика».
    - Внутренняя структура системы не конкретизируется и вообще не рассматривается, анализируются только ее наблюдаемые ответные действия и необходимые для их реализации функции.
  - До кибернетики подобный поведенческий подход разрабатывался в психологии. Особенно эффективно - в дрессировке животных.
  - Утверждая универсальность принципа обратной связи в изучении и конструировании систем, кибернетика распространила функциональный подход на широкий класс явлений неживой и живой природы,
- **Концептуальное основание функционального подхода**
  - общность закономерных процессов связи и управления для разнородных материальных систем
  - взаимосвязь целесообразности и управления в организации действия системы.
- Закономерности, которые открыла кибернетика, позволили выделить новую область функциональных свойств и новые объекты научного исследования - **функциональные системы**.

Следствие развития кибернетики – это распространение функционального подхода как определённой стратегии познавательного исследования. Известен как принцип «чёрного ящика».

Функциональный подход применим к любым системам, так как здесь не фиксируется структура системы. Хотя, конечно, есть идея о том, что пока мы изучаем реакции системы на воздействия, то ящик становится менее чёрным.

Существует взаимосвязь целесообразности и управления в организации действия системы.

## 6.9 Теория функциональной системы академика П.К. Анохина

### Теория функциональной системы академика П.К. Анохина

- Описание взаимосвязи систем разного уровня организации в живой природе на основе функционального характера информации как опережающего отражения воздействия среды
- Выделяла особое значение результата действия в качестве систематизирующего фактора в функционировании сложной системы.
- Базовый принцип в теории П.К.Анохина - единство структуры и функций
  - В применении к анализу биологических систем приводит к выводу, что фундаментальным фактором становления и эволюции сложных организмов в живой природе является возникновение особых **функциональных органов**, назначение которых обеспечить, жизненно важное действие.
    - Пример функционального органа - инстинкт.
  - Более того, потребность в определенных функциях в ходе адаптации и выживания вида становится потенциальным фактором структурного изменения тех или иных систем организма
    - Так, в процессе эволюции человека подобные изменения могла приобрести гортань с тем, чтобы обеспечить возможность речевой функции, которая в человеческом сообществе играет роль наиболее эффективного способа коммуникации и управления поведением.

Одна из первых теорий функциональных систем была предложена академиком Петром Анохиным. Он был физиолог и исследовал взаимосвязи разных уровней живого.

Понятие опережающее отражение потом заменилось на понятие информации, функционального отражения. Когда отражённое воздействие начинало работать на адаптацию.

Подход Анохина получил название структурно-функциональный подход.

## 6.10 Функциональный подход. Информация и управление

### Функциональный подход

### Информация и управление

- В функциональном подходе целесообразность и управление рассматриваются в качестве фундаментальных оснований сложных органичных систем.
- Органичная система строится по принципу дополнительности. Любой элементарный процесс управления предполагает цель, а целесообразное поведение, так или иначе, управляемо.
- Поскольку управление всегда имеет в основании некоторую информацию, информационные качества, связанные с потенциальными возможностями в адаптации системы, определяют ее жизненный горизонт.
- Автономный процесс управления (самоуправление) и первичная информация в системе - две взаимно дополнительные сущности каждого элементарного действия органичной системы.
- Главное положение функционального подхода – нет информации вне управления и наоборот. Таким образом, информацию можно считать и предпосылкой процесса управления и его результатом.
  - Со стороны конкретных наук функциональный подход опирается на теорию информации, оперирующую понятием абстрактного информационного процесса и теорию управления, оперирующую понятием автономного процесса управления, который строится на основе обратной связи.

Развитие функционального подхода связано с тем, что здесь связываются два фундаментальных понятия кибернетики – информация и управление, поскольку в любой органической системе элементарный процесс управления предполагает цель, а целесообразное поведение, так или иначе, управляемо.

Получается, что информация управляет, а управление информирует.

## 6.11 Информационная парадигма

### Информационная парадигма

- Наиболее развитое определение *информации* связано с выделением функциональной роли результата взаимосвязи в действии системы и прогнозировании ее поведения.
  - Поэтому феномен информации характеризуют как метасистемный. Он всегда выражает больше, чем любое конкретное состояние системы, поскольку заключает в себе еще и свойства более широкой системы (метасистемы).
  - Информация, характеризующая внешний мир в собственных параметрах состояния систем и ценностных установках, становится фактором управления поведением системы.
- Мировоззренческие положения информационной парадигмы в современной науке :
  - Универсальность информационных процессов;
  - Фундаментальность единства материи–энергии–информации в основании наблюдаемого мира и его эволюции.
    - Эти положения создают концептуальную базу в построении новой «информационной картины мира» в конце XXв. В стремлении создать единую теорию универсума современная наука (в частности физика) приходит к представлению об универсальном поле сознания, к описанию характеристик которого можно применить аппарат квантовой механики.

Далее в системе науки складывается то, что называется информационной парадигмой (такой достаточно широкой установкой мировоззренческой и исследовательской). Само понятие информации тоже развивается, но связано прежде всего с функциональной ролью результата взаимосвязи в действии системы и прогнозировании её поведения.

Информационная парадигма связана с тем, что выдвигаются универсальные мировоззренческие положения, которые характеризуют современную науку.

Универсальность информационных процессов наравне с материальными, энергетическими и так далее.

## 6.12 Информационные модели причинно-следственной связи

### Информационные модели причинно-следственной связи

- Под *информационной причинностью* понимается закономерность действия системных требований, которая имеет кодовый характер и проявляется в запуске последовательности действий (или программы действия), приводящих к определенному результату.
- Суть информативного кода - нормирование некоторого потенциального жизненного пространства системы.
  - Системное влияние, выраженное кодом, указывая неявные границы действий, задает параметры самоопределения системы.
- Представление об информационной причинности распространяется на все явления микро-, макро- и мега мира, а также на все биосферные, химические, психические, сознательные, культурные и социальные явления.
- На этой базе утверждается информационная парадигма, выступающая в качестве концептуальной основы новых проблемных областей исследования, в частности, в теоретической биологии, биохимии, биофизике.

Что ещё характеризует информационную парадигму как некие универсальные установки?

Формулируется такое понятие как информационная причинность, под которой понимается закономерность действия системных требований.

Идея результата как системообразующего фактора.

Информационная причинность = системная причинность.

Суть информативного кода. Как действует система причин? Через нормирование некоторого потенциального жизненного пространства системы.

Именно в областях теоретической биологии, биохимии, биофизике пытаются формулировать ключевые понятия информационной парадигмы.

## 6.13 Ключевые понятия информационной парадигмы

### Ключевые понятия информационной парадигмы

- *Представление об информационных качествах системы* связано с определением потенциальных возможностей ее адаптации, т.е. ее жизненного горизонта.
  - Сложная динамическая система (в частности биосистема) всегда погружена в некую жизненную среду (не только природную, но и информационную). Ситуативная связь с жизненной средой жизни и ее регуляция выражается понятиями адаптации и целесообразности действия.
  - Более узко информационные качества системы соотносятся с количеством снятой неопределенности, что может быть выражено математически.
- *Информационный процесс* понимается как некий обобщенный процесс, предполагающий выбор.
  - Динамика такого процесса предполагает формирование структур подобных знанию в качестве базы прогнозирующего целесообразного адаптивного действия.
  - Выбор – это не сам процесс, а его завершение, результат действия. По традиции в естествознании процесс понимается как изменение системы во времени. Не каждый процесс завершается выбором, поэтому информационные процессы характерны только для определенного класса систем и процессов.
  - Выбор, который не запоминается системой, соотносится с понятием **микроинформации**. Выбор, который запоминается и становится базой для генерации новой информации, для прогноза и саморегуляции системы, – с понятием **макроинформации**.
- *Информационная система* – система, способная воспринимать, запоминать, генерировать макроинформацию, извлекать ценную информацию и использовать для достижения своих целей.
- *Информационная среда* в широком смысле соотносится с объективным существованием пространства потенциального выбора действий. Информационные среды могут быть внешними и внутренними.

## 6.14 Развитие системного подхода

### Развитие системного подхода

### Синергетика Теория самоорганизации

- Предмет синергетики – закономерности согласованного поведения систем различной природы
- Источники
  - Теория неравновесных процессов в термодинамике (И.Пригожин)
  - Математическая теория катастроф (В.Арнольд)
  - Теория согласованных (когерентных) процессов в физике
    - Начиная с 60-х гг. ХХ века внимание ученых различных отраслей естествознания привлекают наблюдаемые, но не объясненные процессы самоорганизации в сложных системах. Подобные зафиксировали не только в живой природе, но также на уровне химическом и физическом (в виде самопроизвольно возникающих структур и периодических процессов - автоколебаний).
  - Г. Хакен в книге «Синергетика» обобщил эти процессы в форме дифференциального уравнения осциллятора
  - Синергия – συνεργέτικός – греч. совместный, согласованно действующий.
- Профессор Г.Хакен в 70-90-е гг ХХв. организовал Штутгартский Институт синергетики и теоретической физики, объединил усилия большой международной группы ученых, создавших серию книг по синергетике.
  - Г.Хакен подчеркнул фундаментальную роль коллективного поведения подсистем в процессе самоорганизации – возникновении новой устойчивой неравновесной структуры.
  - Переход системы от неупорядоченного (хаотичного) состояния к упорядоченному происходит за счет совместного, синхронного действия многих образующих ее элементов.
- С этого времени синергетика ассоциируется с теорией совместного действия и теорией самоорганизации.

Системная методология складывается на базе абстрактных понятий системы, управления и информации. И выливается в конечном счёте в то, что называется информационной парадигмой, и на этой базе уже развивается сам системный подход. Следующее развитие, которое было названо синергетикой, связано не с тем, что оно отрицает предыдущие понятия и информационную парадигму, а с тем, что оно начинает рассматривать особого рода системы и особые механизмы эволюции этой системы.

Кибернетика была ориентирована на создание автоматических замкнутых циклов и не рассматривала эволюционные скачкообразные изменения, то новое развитие системных наук связано с тем, что тут исследуется новый объект.

Согласованность некого коллективного действия.

Здесь объектом становится не просто динамическая система, а система эволюционирующая и прогнозирующая. Очень сложно, да? Поэтому для неё пытаются создать определённые теории.

На слайде представлены теоретические источники, которые исследуют закономерности согласованного поведения и скачкообразные переходы сложных систем от одного состояния к другому (фазовые переходы).

Процессы самоорганизации и фазовые переходы в сложных системах.

Герман Хакен ввёл в оборот термин «Синергетика» и организовал первый институт синергетики.

## 6.15 Основные понятия синергетики

### Основные понятия синергетики

- **Самоорганизация** -
  - способность системы изменять свою структуру и функции в ответ на внешние воздействия
  - возникновение упорядоченных структур и форм движения из первоначально неупорядоченных, нерегулируемых форм без специальных, упорядочивающих внешних воздействий.
- **Самоорганизующаяся система** – система, находящаяся в состоянии постоянного обмена веществом, энергией и информацией с окружающей средой, в относительно устойчивом равновесии
- Характеристики самоорганизующейся системы
  - Способность активно взаимодействовать со средой, изменять ее в своих целях
  - Гибкая структура, способность к адаптации в среде
  - Непредсказуемость поведения
  - Способность учитывать прошлый опыт
- **Адаптация** – принцип жизни самоорганизующейся системы
  - Самоорганизующаяся система – это система
    - Открытая
    - Адаптивная
    - Когнитивная, прогнозирующая

Основные понятия, которые вводит эта новая система знаний (синергетика).

Процесс самоорганизации.

В относительно устойчивом равновесии самоорганизующаяся система всеми силами пытается сохранить это равновесие.

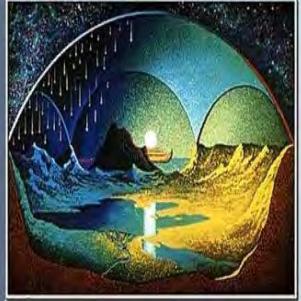
## 6.16 Нелинейность

**Понятие «нелинейность»**

- **Нелинейность (в узком смысле)** – понятие, обозначающее процессы, описываемые нелинейными уравнениями, которые могут иметь несколько качественно различных решений.
- **Нелинейность (в широком смысле)** – указание на многовариантность, альтернативность и необратимость возможных путей эволюции системы.

### Нелинейность

- ▶ Нелинейность – одно из центральных понятий в синергетике..
- ▶ Нелинейность в мировоззренческом плане может быть развернута посредством идеи многовариантности путей эволюции, идеи выбора из альтернатив и вытекающей отсюда идеи необратимости эволюции.



- ▶ Нелинейные системы, являясь неравновесными и открытыми, сами создают и поддерживают неоднородности в среде. В таких условиях между системой и средой могут иногда создаваться отношения обратной положительной связи, т.е. система влияет на свою среду таким образом, что в средерабатываются условия, которые в свою очередь обуславливают изменения в самой этой системе (например, в ходе химической реакции вырабатывается фермент, присутствие которого стимулирует производство его самого). Последствия такого рода взаимодействия открытой системы и ее среды могут быть самыми неожиданными и необычными.

В синергетике вводится понятие нелинейность.

В обыденной речи нелинейная система сама выбирает один из возможных путей эволюции.

Важно то, что общее понятие эволюции сложной системы плавно переходит из области биологии в такую достаточно универсальную область, поскольку она характеризует развитие (вводит фактор времени) в поведение сложной самоорганизующейся системы, поэтому каждая такая система эволюционирует.

Про термин «эволюция» мы, может быть, позже ещё поговорим.

Изначально сам термин «эволюция» ещё в XVII веке предполагал разворачивание сложного организма из одной клетки (из одного зёрнышка).

В теории Дарвина и Ламарка уже термин «эволюция» имеет совсем другое содержание. Эволюция в биологии – это постепенное развитие и усложнение живых видов организмов.

А в синергетике эволюция характеризует вообще поведение самоорганизующейся системы и её жизненный цикл. То есть термин «эволюция» имеет абстрактный характер.

## Основные понятия синергетики

- **Нелинейность** развития самоорганизующейся системы, которая всегда эволюционирует, проходя линейную и нелинейную фазы развития
  - **Линейная фаза** в жизни системы соответствует спокойному предсказуемому режиму поведения
  - **Нелинейная фаза** соответствует неустойчивому критическому состоянию (бифуркации) в жизни системы, выход из которого предполагает некоторое поле возможных состояний
    - **Бифуркация** – термин теории катастроф, характеризующий критическое состояние системы, выход из которого точно прогнозировать невозможно.
    - Разрешается ситуация обретением относительно устойчивого равновесия системы.
    - **Аттрактор** - термин теории катастроф, характеризующий возможное равновесное состояние в фазовом портрете эволюции системы (в виде точки, линии, цикла)
  - В неустойчивом состоянии любое малое воздействие может вывести систему из критического состояния, вынудив ее выбрать ветвь, по которой будет происходить дальнейшее ее развитие.
  - Выход из критической ситуации – процесс, который характеризуется фундаментальной неопределенностью, так же как и бросание монеты.
  - Предсказать дальнейший путь эволюции системы принципиально невозможно. Но можно говорить о вероятностном прогнозе некоторого конечного пункта в нелинейном (скачкообразном) переходе системы от точки бифуркации к устойчивому состоянию.
  - Закономерность такого перехода в эволюции неравновесной системы описывается с помощью понятия аттрактора (*attrahere* – лат. притягиваю, *to attract* – англ. притягивать), которое было введено в теории катастроф в качестве аналога равновесия

Синергетика вводит некий алгоритм, который позволяет объяснять и отчасти давать некоторые вероятностные прогнозы в отношении поведения такой системы, благодаря тому, что выделяются две фазы жизни такой системы (линейная фаза и нелинейная фаза).

Бифуркация как раздвоение решения.

Шарик, расположенный на вершине горы, когда-нибудь скатится. Есть поле возможных состояний. Но точно сказать, куда скатится шарик, практически невозможно.

Формируется представление о причинно-следственных связях, которое сейчас названо вероятностным детерминизмом.

## 6.17 Принципы синергетики

### Принципы синергетики

- Признание универсальности согласованных процессов в природе
- Признание универсального характера адаптации как закономерного поведения сложной системы любой природы
- Признание закономерности критического состояния в эволюции сложной системы любой природы
  - Эволюция системы анализируется в терминах порядка и хаоса.
- Утверждается относительность простоты и сложности системы
  - всякую систему одновременно можно рассмотреть на **макроуровне как целостность**, описываемую немногими параметрами порядка,
  - и на **микроуровне как сложное взаимодействие множества элементов**.
- Общая картина эволюционного процесса предстает как смена условных состояний порядка и хаоса, которые соединены фазами перехода к хаосу (гибель структуры) и выхода из хаоса (самоорганизация).
- Вероятностный детерминизм как основание прогноза состояний сложных систем

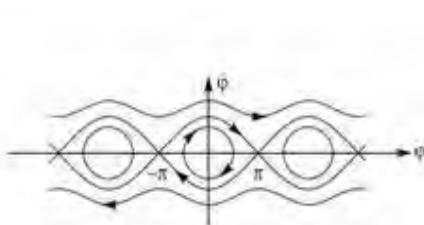
Представлены принципы синергетики, которые получают универсальное звучание.

## 6.18 Картинка эволюции системы

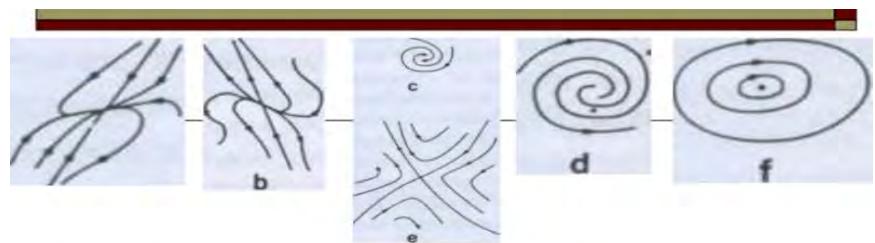
### Картина эволюции системы

#### Фазовый портрет

- Элементарный объект в синергетике - колеблющийся элемент (или циклический процесс) – осциллятор.
  - Пример: маятник. Для линейного гармонического осциллятора, имеющего одну степень свободы (маятник на нити), размерность фазового пространства равна 2 (координата –  $x$ , скорость –  $v$ ).
  - Фазовое пространство такого маятника представляет собой плоскость.
- Картина эволюции системы представляется графически – как непрерывное изменение координаты и скорости.
- Точка, изображающая состояние системы, движется по фазовой траектории, которая для линейного осциллятора (пример, маятник в виде шарика на нити) представляет собой эллипс.
- В случае затухания колебаний фазовые траектории при любых начальных условиях заканчиваются в точке, которая соответствует состоянию покоя в положении равновесия.
- Эта особая точка в фазовом пространстве как бы притягивает к себе со временем все фазовые траектории, поэтому получила название аттрактора (to attract - англ. притягивать).
- Другой вид аттракторов (помимо особой точки) представлен предельными циклами, которые указывают на некоторый установившийся ритмический режим, например, биение сердца.
- Аттрактор выступает обобщением понятия равновесия в эволюции системы.
  - Например, маятник из-за трения замедляет колебания, затем останавливается.



$$E = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\varphi}^2 + mgl(1 - \cos\varphi) = \text{const}$$



**a — устойчивый узел;**

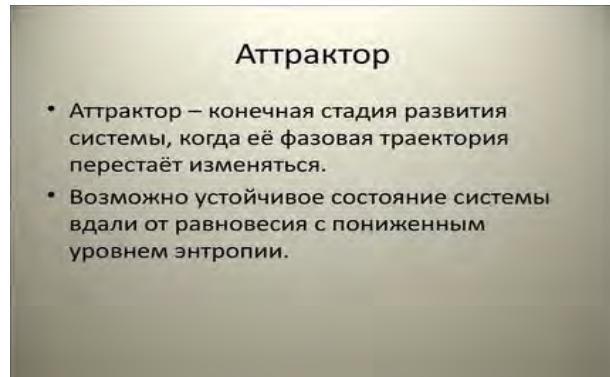
**b — неустойчивый узел;**

**c — устойчивый фокус;**

**d — неустойчивый фокус;**

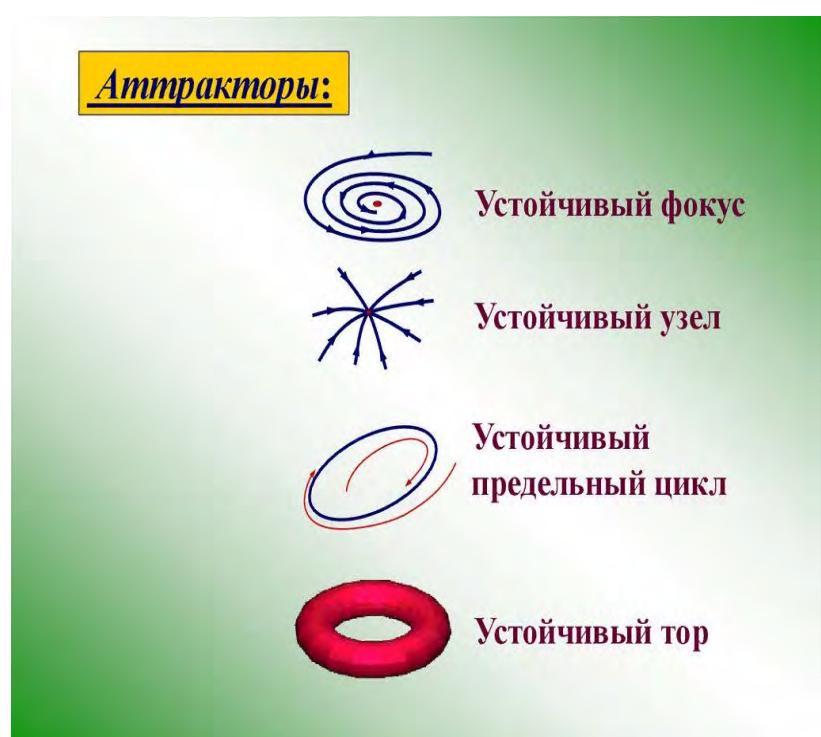
**e — седло;**

**f — центр.**



Показан аттрактор осциллятора.

Показаны возможные фазовые траектории в окрестностях особых точек.



## 6.19 Синергетика. Нелинейные структуры

Синергетика  
Нелинейные  
структуры

Просмотр фильма о синергетике и нелинейных структурах.

## 7 Лекция 21.12.2023 (Шипунова О.Д.)

# Лекция 7. Глобальный эволюционизм. Современная картина мира

Функции научной картины мира  
в развитии естествознания

Исторические этапы в  
эволюции научной картины  
мира

Проблемы физической картины  
мира

Идея эволюции в физической  
картине мира

Синтетическая картина (конец  
XX в.)

Естественнонаучные и  
философские основания  
глобального эволюционизма

Картина мира в глобальном  
эволюционизме

Подготовил  
Профессор Шипунова О.Д.

## 7.1 Научная картина мира

### Научная картина мира –

умозрительная система представлений, в которой соединяются естественнонаучный и мировоззренческий (философский) уровни знания.

- Умозрительные картины мира, выделяющие естественные первоначала и причины явлений, складываются в Античности. Создание и обоснование такой картины – главная цель натурфилософии.
- В XVII в. естественнонаучная и натурфилософская картины мира не совпадают.
- Научная картина мира абстрагируется от религиозных, философских, мифологических, житейских представлений о мире, стремится представить мир и его законы независимо от сознания людей и духовных предпочтений. Все же она не свободна от мировоззренческих, религиозных, познавательных установок своей эпохи.
- Содержательно научная картина мира определена концепциями естествознания, раскрывающими природу материи, пространства, времени, движения, взаимодействия.
- Научную картину мира как признанную сообществом теоретическую модель характеризуют:
  - натурализм (отрицание существования сверхъестественных сил),
  - связь с физическими представлениями о природе материи и принципах взаимодействий,
  - обоснованность;
  - эмпирическая проверяемость (или возможность опытного опровержения);
  - историчность (содержание НКМ постоянно обновляется).

## 7.2 Функции научной картины мира в развитии знания

### Функции научной картины мира в развитии знания

- Особенность современной науки - наличие разных моделей реальности, определенных теоретическими принципами соответствующих областей знания (физики, химии, биологии, кибернетики и др.).
- Научная картина мира (НКМ)
  - синтезирует достижения в разных предметных областях - мировоззренческая функция
  - играет роль неэмпирического критерия обоснования научного статуса выдвигаемых проблем и гипотез.
    - Теоретические построения в той или иной области всегда проходит двойную проверку: на эмпирическую проверяемость фактами и соответствие признанной НКМ.
  - Коммуникативная функция НКМ связана с распространением новых идей и теоретических установок в самых разных интеллектуальных слоях общества.
    - Популяризация сложных построений современной науки разворачивается на уровне общих представлений о мире. Ведущую роль играет философия.
    - Начиная с Галилея и Ньютона, фундаментальные основания для синтеза знания в общей картине мира давало развитие физических теорий. Однако в конце XX в. в интеграции знания о мире фундаментальное значение приобрели нефизические принципы системности, самоорганизации, эволюции.

## 7.3 Исторические этапы в эволюции научной картины мира

### Исторические этапы в эволюции научной картины мира

- Эволюция картины мира в европейской истории соотносится с научными революциями, которые кардинально меняют мировоззренческую и методологическую парадигму в развитии знания о мире.
- В развитии естествознания можно выделить три больших исторических периода, которые различаются научной картиной мира.
  - Механическая картина (XVII – XIXв.), в основании которой лежит классическая механика Ньютона, соответствует периоду классической науки. Стиль научного мышления, определенный установками механической картины мира, - классический идеал научной рациональности.
  - Физическая картина, в которой прослеживаются два этапа: электродинамический и квантово-механический (XXв.), соответствует периоду неклассической науки.
  - Синтетическая картина (конец XX в.), в основании которой лежат принципы системности, самоорганизации, глобального эволюционизма, соответствует периоду постнеклассической науки.

## 7.4 Базовые понятия Механической картины мира

### Базовые понятия Механической картины мира

Основные понятия Историческое название картины мира, ее философские и теоретические основания	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Механическая картина мира (XVIII-XIX вв.)  Мировоззренческие основания: атомизм, детерминизм. Теоретические основания: Классическая механика Ньютона	Главная характеристика природы материи - <b>дискретность</b>  Виды материи: вещество, имеющее атомарную структуру; материальное тело, имеющее массу покоя.	Перемещение тел. Характеристики: скорость ( $v$ ), ускорение ( $a$ ), время ( $t$ ), перемещение ( $s$ ).	Пространство – вместеище, в котором тела перемещаются (аналог пустоты). Трёхмерно при измерении ( $x,y,z$ ). Время – длительность событий. Главная характеристика – необратимость.	Столкновение тел. Главная характеристика: сила ( $F$ ). Принцип дальнодействия; поддаётся расчёту.	1. Законы сохранения энергии и импульса 2. Законы механики 3. Закон всемирного тяготения	1. Природа тепловых и электрических явлений 2. Распространение света 3. Движение со скоростью света

## 7.5 Базовые понятия Электродинамической картины мира

### Базовые понятия Электродинамической картины мира

Основные понятия Научная картина мира	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Электродинамическая картина мира (XIX-І пол. XX вв.) Теоретические основания: 1) электромагнитная теория атома (Резерфорд, 1911 г.: «планетарная модель атома») 2) Понятие поля (Фарадей)	Главная характеристика – непрерывность. Виды: поле, элементарные частицы (электрон, протон, нейtron; 1932 г.). Исходные виды материи характеризуются энергией.	Распространение колебаний или волн, которое предшествует движению макроскопических тел.	Релятивная концепция пространства-времени: Пространство и время взаимосвязаны и образуют четырёхмерный континуум (x,y,z,ct)	Принцип близкодействия (Фарадей). Два вида взаимодействий: электромагнитные (электромагнитное поле) и гравитационные.	1. Закон распространения электромагнитного поля (Максвелл) 2. Законы движения со скоростью, близкой к скорости света (Эйнштейн) 3. Закон эквивалентности массы и энергии: $E = mc^2$ (Эйнштейн)	1. Строение атома 2. Поведение элементарных частиц 3. Единая теория поля

**Проблемы  
электродинамической  
картины мира были  
связаны с объяснением  
строения атома и его  
устойчивости.**

- Выяснилось, что электромагнитных сил недостаточно для соединения и удержания вместе элементов ядра.
- Проблема строения материи вылилась в исследование элементарных частиц, которое привело к открытию микромира.
- Классическая физика, включая электромагнитную теорию, оказалась не пригодной для объяснения явлений микромира.
- Электродинамическая картина мира сыграла свою конструктивную роль в становлении научной картины мира, выявив фундаментальность статистических закономерностей.
- Принцип причинно-следственной связи в электродинамической картине допускал случайность в ходе развития событий.
- Исследование природы элементарной частицы привело к представлению о корпускулярно-волновом дуализме микрочастицы (Луи де Броиль), которое отразило неопределенность ее природы и роль случайности в описании ее проявлений.

## 7.6 Базовые понятия Квантовой картины мира

**Базовые понятия Квантовой картины мира**

Основные понятия Научная картина мира	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Квантово-механическая картина мира (I пол. XX – конец XX в.) Основание: 1) понятие кванта (1903 г., М.Планк) 2) «Квантовое поле» (дискретность и непрерывность)	Характеризуется непрерывностью на уровне поля и микроуровне; дискретностью на уровне физических тел (макротел); взаимным превращением (поле, вещество). Исходный вид материи: «поле», физический вакуум, квантовое поле.	Частный случай физических взаимодействий. Движение элементарных частиц (скорость близка к скорости света) отличается от движения макротел (скорость меньше скорости света)	Четырёхмерный континум пространства-времени, в котором совершаются мировые события. Центр тяготения определяет геометрию пространства и течение времени. В квантово-полевой интерпретации – 10-мерное физическое пространство, характеризующееся кривизной и кручением	Гравитационные; Электромагнитные – наблюдаются в макромире Сильные, Слабые, Торсионные – в микромире.	Законы волновой квантовой механики Принцип неопределенности (Б.Гейзенберг) Принцип дополнительности (Н.Бор) Законы релятивистской динамики Общая теория относительности	Строение материи на уровне микромира (элементарных частиц) Взаимосвязь микро-, макро- и мегауровней материи. Эволюция вещества Вселенной Эволюция структурной Вселенной

## 7.7 Квантовая теория

### Квантовая теория

Любой микрообъект представлен в виде некоторого ансамбля, поведение которого объясняется на основании статистических закономерностей.

- В признанной статистической интерпретации квантовой механики, предложенной немецким физиком Максом Борном, утверждается, что квантово-механические законы предсказывают не события, а их вероятности.
  - Волновое уравнение квантовой механики определяет лишь вероятность определенного положения частицы в каждый момент времени.
- В квантово-механической картине мира неопределенность выступает фундаментальной характеристикой реального мира, и фундаментальной категорией физики микромира.
  - Поскольку вмешательство исследователя влияет на исследуемую ситуацию, один и тот же опыт при повторении дает разные результаты. Позиция исследователя играет решающую роль в описании физического явления.
  - Теоретическая картина природы явления становится неопределенной.
- Утверждается универсальность принципа дополнительности, согласно которому адекватное описание микроявлений можно построить только как квантово-механическое, представляющее две фундаментальные теоретические модели микрообъекта (динамическую и волновую) с определенными ограничениями.
  - Следствием принципа дополнительности Н.Бора и принципа неопределенности Гейзенberга стало изменение классического представления о характере законов и характере причинности.
- С признанием универсальности квантовой теории в физическом объяснении явлений преобладает принцип статистической закономерности, который выражается на языке теории вероятностей.

## 7.8 Квантово-полевая картина мира

### Квантово-полевая картина мира

в основе - новые представления о видах фундаментальных взаимодействий и полевых видах материи.

- Физические концепции строения материи развиваются на базе представления о квантовом поле, которое, с одной стороны, непрерывно (не имеет четкой пространственной локализации), с другой, - дискретно (характеризуется квантовыми уровнями энергии).
  - Квант – количественный параметр в физике, который указывает на наименьшую порцию энергии, характеризующую состояние поля или частицы.
- Квантовая теория - основной аппарат физики элементарных частиц, раскрывающий природу их взаимодействия и взаимопревращения.
  - Главной характеристикой элементарной частицы выступает ее энергия, пропорциональная длине волны ( $E = h\nu$ ). Поэтому в квантово-полевой картине мира элементарная частица суть квант поля – единичная волна.
- С точки зрения квантовой теории, поле - физическая система с бесконечным числом степеней свободы, которая может проявляться в виде физического вакуума, электромагнитного поля, элементарных частиц и античастиц.
  - Понятие «вакуум» (vacuum - лат. пустота) в традиционном смысле характеризует состояние газа в откачанном объёме или свободном пространстве, например, в космосе.
  - В квантовой теории поля физический вакуум – низшее энергетическое состояние квантованного поля.
  - Среднее число частиц – квантов поля в вакууме равно нулю. Но состояние физического вакуума характеризуется флюктуациями, в результате которых может происходить рождение виртуальных частиц.
  - В возбужденном, неустойчивом состоянии физического вакуума такие частицы превращаются в реальные элементарные частицы, античастицы и излучение.
- Полагается, что квантовое поле физического вакуума содержит волновые свертки электронов и позитронов с нулевыми значениями массы, заряда и спина.

## 7.9 Современный квантовый атомизм

### Современный квантовый атомизм

- В квантово-полевой картине мира физика вновь возвращается к идее атомизма в строении материи, но на уровне кварков, из которых состоят все тяжелые субатомные частицы - адроны (барионы – из трёх кварков, мезоны – из двух кварков и антакварка).
- Кварки представляют собой бесструктурный элемент строения материи на уровне сильных ядерных взаимодействий. Косвенно экспериментальным путем обнаружены шесть типов кварков:  $u$ ,  $d$ ,  $s$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $t$ . В свободном состоянии кварки не наблюдались.
  - 12 фундаментальных микрочастиц: 6 кварков ( $u,d,c,s,t,b$ ) и 6 антакварков, - объясняют почти все многообразие элементарных частиц, за исключением легких частиц – лептонов, которые оказываются бесструктурным (неразложимым) элементом на уровне слабых взаимодействий. Лептоны и антилептоны (электроны, нейтрино и их античастицы) не выводятся из кварков и существуют параллельно.
- Современный квантовый атомизм во взгляде на строение материи заключается в утверждении, что все многообразие вещества Вселенной можно свести к 8 фундаментальным микрочастицам (с учетом их античастиц).

В квантово-полевой картине мира утверждается активность материи на уровне взаимных превращений элементарных частиц и состояний квантовых полей, в частности, физического вакуума

- В предшествующих теоретических моделях мира – механической и электродинамической - материя сводилась к веществу с неизменным строением, неизменной массой тела или распространению электромагнитного поля. Происхождение материи, ее эволюция не рассматривались.
- В квантово-полевой картине мира идея всеобщей взаимосвязи явлений конкретизируется энергетической связью элементарной частицы с окружающими ее квантовыми полями.
  - Утверждается взаимосвязь разных уровней физических явлений: микромира элементарных частиц, квантовых полей и излучений, макромира визуально наблюдаемых физических явлений, мегамира, определенного космическими масштабами происходящих явлений.
- Однако становление и взаимосвязь этих уровней физических явлений остается проблемой.
- Более того, как отмечал И.Пригожин, теоретические модели физического описания, которые опираются на законы сохранения и фундаментальные физические константы, противоположны эволюционному принципу усложнения и самоорганизации.

## 7.10 Проблемы квантово-полевой картины мира

### Проблемы квантово-полевой картины мира

- Построение единой физической теории фундаментальных взаимодействий, объединение базовых концепций современной физики:
  - Концепция о калибровочной природе взаимодействий, в основании корой лежит представление о фундаментальных симметриях.
  - Концепция о лептонно-кварковом строении вещества.
  - Концепция спонтанного нарушения симметрии физического вакуума. Асимметричность вакуума связывается с неустойчивостью, порождающей новые образования в виде полей и элементарных частиц.
    - Исходный уровень материи – квантовое поле с определенными энергетическими состояниями. Число и характер элементарных частиц и, в конечном счете, все многообразие дискретной материальной макросреды, которую мы наблюдаем, определяются состояниями квантового поля.
- Физическая интерпретация волновой функции, которая имеет значение основного параметра квантового поля и элементарной частицы.
  - Сформулированное австрийским физиком Эрвином Шредингером в 1926 г. волновое уравнение квантовой механики представляет собой особую запись закона сохранения полной энергии для корпускулы, но операторы дифференцирования по времени и по координатам применяются не к материальной точке, а к волновой функции.
  - Шредингер стремился показать, что дискретное строение материи производно от ее волновой (непрерывной) структуры. Однако физический смысл волновой функции, которая выступает дополнительной (по отношению к импульсу) характеристикой в квантовом описании поведения микрочастиц, до конца не ясен.

## 7.11 Проблема природы квантовых явлений

### Проблема природы квантовых явлений

- Парадоксы квантовой механики (в частности корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов) порождают различные интерпретации.
  - Основная интерпретация квантовой механики - статистическая - связана с утверждением, что ее законы предсказывают не события, а их вероятности.
- **Копенгагенская интерпретация квантовой механики**, предложенная Максом Борном и Нильсом Бором, провозглашала принцип дополнительности, который был связан с отказом от классического принципа детерминизма, утверждавшего однозначную причинную связь событий.
  - Количественным выражением принципа дополнительности выступило соотношение неопределенности Гейзенберга, которое фиксировало границы применимости кинематических и динамических переменных в их классическом выражении к описанию квантовых объектов (микрочастиц).
  - Принцип неопределенности подчеркивал, что в мире квантовых явлений нельзя пренебречь взаимодействием между измерительным прибором и изучаемым явлением, поскольку это взаимодействие составляет неотъемлемую часть самого явления.
- **Многомировая интерпретация квантовых взаимодействий** была предложена Х.Эвереттом, согласно гипотезе, которого кроме реальной Вселенной существуют множество ее параллельных двойников – теневых миров, где обитают наши «дублеры».
  - Двойники никак себя не проявляют за исключением квантового уровня.
  - В случае прохождения электрона сквозь щели, электрон и его двойник взаимодействуют, снимая неопределенность.
  - Именно этот странный мир взаимодействий, где порогом той или иной реальности выступает очень узкое место – щель, и описывает квантовая механика.

## 7.12 Идея эволюции в физической картине мира. Антропный принцип

Идея  
эволюции в  
физической  
картине мира.  
Антропный  
принцип.

- Идея эволюции в физической картине мира получила развитие преимущественно на уровне космологических моделей строения и происхождения Вселенной, в которых астрофизические исследования и расчеты строятся в соответствии с общей теорией относительности и квантовой теорией.
- Установленные факты, подтверждающие эволюцию Вселенной:
  - Расширение Вселенной, в соответствии с обнаруженным красным смещением в спектрах удаленных космических объектов (Э. Хаббл).
  - Преобладание вещества в структуре Вселенной, асимметрия между веществом и антивеществом.
  - Однородность и изотропность светящейся материи в масштабе расстояний 100 мегапарсек.
  - Существование реликтового фонового излучения, энергия которого соответствует температуре порядка 2,7 К.
  - Существование галактик и галактических скоплений, имеющих разный возраст.
  - Ячеистая структура Вселенной на метагалактическом уровне.
- Попытки увязать идею эволюции и сохранение физического мира, для которого характерны фундаментальные мировые константы, привели к концепции «тонкой подстройки Вселенной» и формулированию нефизического объясняющего принципа, декларирующего наличие взаимосвязи между параметрами Вселенной и существованием в ней разума, который получил название антропного принципа.

## 7.13 Концепции «тонкой подстройки Вселенной»

### Концепции «тонкой подстройки Вселенной»

- Теория относительности и квантовая теория не дают ответа на вопрос о происхождении наблюдаемых структур Вселенной. Почему возникает именно такая Вселенная, которая характеризуется именно такими законами сохранения и ограниченным набором физических констант, - остается открытыми в современной физике
  - Термин «тонкая подстройка Вселенной» подчеркивает роль физических констант, фундаментальных калибровочных симметрий и асимметрии физического вакуума (в качестве исходного состояния пра-материи Вселенной).
- Содержание концепции тонкой подстройки определяется положением, что универсальные физические константы однозначно определяют (предопределяют) структуру нашей Вселенной.
  - Основанием концепции тонкой подстройки послужила численная взаимосвязь параметров микромира (постоянной Планка, заряда электрона, размера нуклона) и глобальных характеристик Вселенной (ее массы, размера, времени существования).
  - Анализ возможных изменений основных физически параметров показал, что даже незначительное изменения мировых физических констант, приводит к невозможности существования нашей Вселенной в наблюдаемой форме и не совместимо с появлением в ней жизни.
  - В среде физиков возникла идея о существовании некоторого фундаментального принципа, в соответствии с которым осуществляется тонкая подстройка Вселенной (А.Эдингтон, П.Дирак, Дж. Барроу, Р.Дикке, Б.Картер).
  - Взаимосвязь между параметрами Вселенной и появлением в ней разума была выражена в формулировании антропного принципа космологии.

## 7.14 Современная научная картина мира

- В конце XX века синтез естественнонаучных знаний о мире и его эволюции опирается на два положения синергетики:
  - Мир состоит из разномасштабных открытых систем, развитие которых протекает по единому алгоритму, имеющему две фазы: линейную и нелинейную.
  - Эволюция структурных уровней материи определяется фундаментальной способностью материи к самоорганизации. При этом чётко различается равновесное и неравновесное состояние, а также равновесные и неравновесные структуры.
- Теория самоорганизации - главная концепция в синергетической картине
  - Устанавливает закономерность перехода от менее сложных и неупорядоченных состояний к более сложным и упорядоченным.
  - Фундаментальным понятием в описании процессов самоорганизации становится не причинно-следственная связь, а вероятность.
    - По определению Г.Хакена, самоорганизация – спонтанное образование высокоупорядоченных структур из зародышей или даже хаоса, спонтанный переход от неупорядоченного состояния к упорядоченному за счет совместного, кооперативного (синхронного) действия многих подсистем.
  - Упорядоченность возникает через флуктуации, устойчивость – через неустойчивости.
  - Хаотическое состояние содержит в себе неопределенность, вероятность и случайность, которые конкретизируются понятиями информации и энтропии.

Современная  
научная  
картина мира  
Принципы  
системности  
самоорганизации  
эволюции

## 7.15 Характеристика наблюдаемых структур

<b>Характеристика наблюдаемых структур</b>
Ключевые понятия синергетической картины мира :  хаос, порядок, неустойчивость, нелинейность, открытость, флуктуация, бифуркация.

Равновесное состояние (пример равновесной структуры, кристалл)	Неравновесное состояние (пример неравновесной структуры, клетка)
<p>Характерно для замкнутой (консервативной) системы, имеющей одно стационарное состояние.</p> <p>1) Нет обмена с окружающей средой.</p> <p>2) Возможен прогноз и расчёт состояния системы, как в прошлом, так и в будущем.</p>	<p>Характерно для открытой (диссипативной) системы, постоянно обменивающейся с окружающей средой энергией, веществом и информацией.</p> <p>1) Поведение системы характеризуется неопределенностью и стремлением сохранить неустойчивое равновесие.</p> <p>2) Принципиально невозможен прогноз будущего системы, т.к. существует огромный набор возможных стационарных неустойчивых состояний.</p>

## 7.16 Синергетическая картина мира

### Синергетическая картина мира закономерности эволюции сложных систем

- Новая модель системного исследования и формального описания природных явлений, которая наряду с информационным и системным подходом открывает перспективу создания единой науки о закономерностях эволюции сложных систем неорганической и органической природы.
  - Особую роль в этой системной модели играет принцип нелинейности, который разграничивает две фазы в жизни сложной самоорганизующейся системы:
- **Линейная фаза развития системы**
  - однонаправленное изменение в состоянии системы, которое обнаруживает четкую закономерность, на этой основе дать прогноз будущих состояний системы;
- **Нелинейная фаза развития системы**
  - кризисное состояние, которое характеризуется возможностью только вероятного прогноза множества возможных посткритических состояний.
- Идея создания теоретической картины эволюции мирового единства (от Большого Взрыва до образования химических элементов, звезд и планет, и далее - до сложных органических соединений, клетки, экосистем живой природы, вплоть до человека и социума)

## Синергетическая картина мира

### Основные положения

- В природе преобладают открытые системы, обменивающиеся веществом, энергией, информацией с окружающим миром, абсолютно замкнутых систем нет.
- В неживой природе рассеивание и преобразование системой поступающей энергии может приводить к упорядоченным структурам.
- В живой природе обмен веществом, энергией и информацией со средой обитания позволяет эволюционировать системам от простого к сложному, разворачивать программу роста организма из клетки-зародыша.
- Общие мировоззренческие основания теоретического описания явлений составляют положение об универсальности согласованных процессов в природе и принцип вероятного детерминизма. Формальное описание эволюции сложной динамической системы и группы систем опирается на представление о фазовом пространстве и математические методы факторного анализа.

## 7.17 Глобальный эволюционизм

### Глобальный эволюционизм

- Естественнонаучные основания глобального эволюционизма составили:
  - Эволюционные теории в биологии,
  - Учение о живом веществе и биосфере,
  - Эволюционные теории в космологии, в частности теория Большого взрыва и ее подтверждения (явление красного смещения, реликтовое излучение),
  - Теория самоорганизации (принципы синергетики).
- Общие (философские) основания междисциплинарной концепции глобального эволюционизма
  - принцип детерминизма в современной интерпретации вероятностного детерминизма и макродетерминизма
  - идея развития мира и всеобщей взаимосвязи явлений (впервые высказанная в XIXв. в учении диалектического материализма).
- Главный тезис глобального эволюционизма:
  - все познанная история Вселенной как самоорганизующейся системы от Большого взрыва до возникновения человечества представляет собой единый процесс развития, который характеризуется преемственностью механизмов эволюции
  - космической, химической, биологической и социальной эволюции.
- Эволюционное развитие понимается как закономерно направленный процесс необратимых качественных изменений мирового единства.
- Утверждение закономерности появления человека – принципиальная исходная позиция, определяющая программу поиска механизмов согласования разных типов эволюции: от космической – до социальной.

## 7.18 Теоретические посылки глобального эволюционизма

### Теоретические посылки глобального эволюционизма

- Эволюция предстает как процесс движения Мира через самоопределение нового порядка, как поэтапное возникновение новых равновесных состояний.
- Научные теории, относящиеся к отдельным видам движения, принципиально несводимы. Появление основных видов взаимодействий происходит в эволюционной (временной) последовательности.
- Адекватное принципиальное описание мировых взаимодействий и форм движения, может дать не единая система уравнений, а математический аппарат, содержащий элемент развития.
- Антропный принцип:
  - Слабый антропный принцип: разум – один из видов мирового движения. Его носителем выступает социальная система.
  - Сильный антропный принцип: разум – обязательный этап эволюции Мира.
  - Финалистский антропный принцип: разумная форма движения Мира – неотъемлемый этап, определяющий его дальнейшее развитие. Во Вселенной должна возникнуть разумная обработка информации и, раз возникнув, она никогда не прекратится.

## 7.19 Уровни материальной самоорганизации

### Уровни материальной самоорганизации

- **Мегамир**
  - Пространство измеряется в световых годах, парсеках
  - Материя представлена в виде космического вещества, космические тела
    - размер и масса тел >> Земли, единица отсчета – масса Солнца.
  - Структуры : Вселенная, Звездные скопления, галактики, Звёздные системы (галактики), планетные системы
  - Физические константы: скорость света, гравитационная постоянная
- **Макромир** - наблюдаемый физический мир Земли, в котором размеры и массы тел намного меньше размера и массы самой Земли, а их скорости не превышают значения первой космической скорости, достаточной для того, чтобы вывести тело на околоземную орбиту, но все же удерживать его в поле земного притяжения.
  - Чтобы тело оторвалось от Земли и ушло в космическое пространство, ему необходимо сообщить вторую космическую скорость, равную 11,2 км/с.
  - Материя - в виде поля, органического и неорганического вещества с атомарной структурой
  - Сложные структуры: физические тела , живые структуры на основе клетки (одноклеточные и многоклеточные организмы), структурно-функциональные системы (популяции, сообщества, биосфера)
- **Микромир.**
- Элементарные частицы, кварки, квантовые поля
  - Главные характеристики – квант энергии,
  - Размеры и массы сравнимы с протоном, электроном
  - Физические константы – постоянная Планка
- Физико-химические структуры : атомы, молекулы, ионы, свободные радикалы
- Биохимические структуры: макромолекулы, биополимеры, гены, хромосомы, клетки, ткани, эмбрионы

## 7.20 Концепции о строении и эволюции мегамира

### Концепции о строении и эволюции мегамира

#### Классическая модель стационарной Вселенной

- Основание классической модели стационарной Вселенной - закон всемирного тяготения и механика И.Ньютона.
  - Истоки: гелиоцентрическая система Николая Коперника, исследования Галилея, математические расчеты Иоганна Кеплера.
- Утверждается сохранение, неизменность Вселенной как ее фундаментальное свойство
- Вселенная бесконечна, бесконечна в пространстве и вечна времени.
- Физические процессы, происходящие во Вселенной, не влияют на пространство и время.
- Количество звезд и планет во Вселенной бесконечно велико.
- Астрономические наблюдения хорошо согласовывались с этой теоретической моделью, она получила безоговорочное признание.
- Но к началу XXв. были сформулированы три проблемы, которые поставили под сомнение бесконечность и неизменность Вселенной
  - **Фотометрический парадокс:** Из предположения о бесконечности Вселенной следует, что огромное число звезд, распределенное в ее пространстве равномерно, создает бесконечно большую светимость неба. В этой ситуации для земного наблюдателя, Солнце на фоне расчетной светимости неба должно казаться черным телом. Открытие межзвездного газа и газопылевых облаков, поглощающих свет звезд, не снял фотометрического парадокса, поскольку туманности не только поглощают, но одновременно излучают свет.
  - **Гравитационный парадокс:** действие бесконечно большой гравитационной силы со стороны равномерно распределенных в бесконечной Вселенной космических тел должно приводить к их слиянию. Появляется идея об ограниченности небесных тел и конечности Вселенной.
  - **Термодинамический парадокс** (приводивший к «тепловой смерти Вселенной») вытекал из второго начала термодинамики, согласно которому все превращения состояний тел приводят, в конечном счете, к необратимому рассеиванию тепловой энергии в пространстве. Поэтому должен наступить момент, когда звезды погаснут.

## 7.21 Релятивистская модель стационарной Вселенной А. Эйнштейна

Релятивистская  
модель  
стационарной  
Вселенной  
А.Эйнштейна

- Распределение и движение материи во Вселенной изменяют ее пространственно-временные характеристики.
- При средней плотности вещества Вселенной выше критической, однородное и изотропное пространство Вселенной оказалось конечным - замкнутым в пределах 4-х мерной сферы с постоянным радиусом кривизны.
- Сферическое пространство не имеет границ, мировые геодезические линии могут быть замкнутыми, но не имеют начала и конца.
- Например, двигаться по земному меридиану можно бесконечно, точка отсчета всегда будет условной.
- Главная характеристика такой безграничной замкнутой Вселенной – сохранение.
- В модели Эйнштейна, несмотря на релятивистские законы, Вселенная не эволюционирует.

## 7.22 Модели нестационарной Вселенной

### Модели нестационарной Вселенной.

- В 20-е гг. XX века советский физик А.А. Фридман на основании решения уравнений общей теории относительности показал, что Вселенная в модели Эйнштейна не может быть неизменной.
  - Вселенная непрерывно изменяется, эволюционирует.
  - В зависимости от отношения средней плотности вещества во Вселенной к его критической плотности возможны две модели нестационарной Вселенной:
    - 1) расширяющаяся Вселенная;
    - 2) пульсирующая Вселенная (передование периодов сжатия до точечного, сингулярного состояния и расширения).
    - Современная наука не в состоянии оценить точно среднюю плотность вещества во Вселенной.
- Теоретическая модель однородной, изотропной, нестационарной (расширяющейся) Вселенной признана в качестве основной концепции в современной космологии.
  - Из нее следует представление о начале и конце Вселенной. Наиболее вероятным возрастом расширяющейся Вселенной считаются 15 млрд. лет.
    - Первое подтверждение нестационарной модели - открытие в 1929 г. - Питером Хабблом «красного смещения». Он обнаружил, что свет от далеких галактик смещается в красную часть спектра, что свидетельствует об их удалении от точки наблюдения.
    - Второе подтверждение модели расширяющейся Вселенной было получено в 1956 г. Американский астроном Вернер Баум, наблюдая скопление галактик на расстоянии в 550 мегапарсек, установил, что скорость расширения Вселенной составляет 55 км/с на один мегапарсек.

## 7.23 Концепции горячей и холодной Вселенной. Теория Большого Взрыва

Концепции  
горячей и  
холодной  
Вселенной

Теория  
Большого  
Взрыва

- В основе *Концепции горячей Вселенной* лежит теория Большого Взрыва, разработанная Георгием Гамовым 30-40-х гг. ХХ в.
- Под Большим Взрывом понимается некоторый начальный период в эволюции Вселенной (15-20 млрд. лет назад), который характеризуется очень быстрым ее нагревом до температуры порядка  $10^{27}$  К.
- Предшествующее Большому Взрыву состояние Вселенной обозначают как *сингулярное состояние*. Его отличает неустойчивость, бесконечно большая плотность и бесконечно малый объем.
  - По современным оценкам максимальная плотность Вселенной в сингулярном состоянии: плотность  $\sim 10^{-94}$  г/см<sup>3</sup>, минимальный объем:  $V \sim 10^{-33}$  см<sup>3</sup>.
  - К исходному состоянию Вселенной не применимы известные физические законы и пространственно-временные аналогии. Исходная праматерия Вселенной трактуется как вакуум, имеющий множество состояний.
- В 1961 г. была выдвинута *альтернативная модель холодной Вселенной* (академик Я.Б. Зельдович), согласно которой первоначальная плазма состояла из смеси вырожденных частиц – протонов, электронов, нейтрино, с температурой ниже абсолютного нуля.
  - Три года спустя советские астрофизики И.Д. Новиков и А.Г. Дорошевич, проведя сравнительный анализ двух космологических моделей, пришли к выводу, что обе модели равнозначны.
  - Выбор одной из предложенных гипотез должен опираться на фактическое обнаружение остаточного излучения первичного вещества Вселенной.
  - В 1965 г. радиофизики, занимавшиеся отладкой радиоантенны по программе спутниковой связи зарегистрировали фоновое космическое излучение с энергией около 3 К.
  - Существование микроволнового фона на волне 7,35 см подтверждало идею Гамова о реликтовом излучении и позволило сделать выбор в пользу концепции горячей Вселенной.

## 7.24 Наглядная картина эволюции Вселенной

### Наглядная картина эволюции Вселенной

Карл Саган

точки отсчета :

**Космический год –  
15 млрд. земных лет;**

**Космическая сек. –  
500 земных лет.**

- Признанная в современной астрофизике Концепция горячей Вселенной раскрывает последовательность эволюции Вселенной.
- В картине К.Сагана вся эволюция Вселенной укладывается в один космический год:
  - Большой Взрыв – 1 января, 00 ч. 00 мин.
  - Образование галактик – 10 января;
  - Образование Солнечной системы – 9 сентября;
  - Образование Земли – 14 сентября;
  - Возникновение жизни на Земле – 25 сентября;
  - Планктон – 18 декабря;
  - Рыбы – 19 декабря;
  - Динозавры – 24 декабря;
  - Млекопитающие – 26 декабря;
  - Птицы – 27 декабря;
  - Приматы – 29 декабря;
  - Пралюди (гоминиды) – 30 декабря;
  - Современные люди – 31 декабря, 22 ч. 30 мин
- Однако эта модель не объясняет
  - почему произошел Большой Взрыв
  - вопрос об асимметрии вещества и антивещества во Вселенной
  - вопрос о причинах образования Галактик.

## 7.25 Метагалактика. Наша галактика Млечный путь. Солнце

Метагалактика

Наша галактика  
Млечный путь

Солнце

- Метагалактика - часть Вселенной, доступной современным астрономическим методам исследования
- Метагалактика содержит несколько миллиардов галактик, которые образуют группы (несколько галактик), скопления (сотни галактик) и сверхскопления (тысячи галактик).
- В пространстве Вселенной галактики распределены по всем направлениям равномерно, их скопления образуют ячеистую структуру Вселенной, подобную пчелиным сотам.
  - Средние расстояния между группами и скоплениями галактик в 10-20 раз больше размеров самих галактик. При этом гигантская галактика может простираться на расстояние до 18 млн. световых лет, а карликовая – на расстояние до нескольких десятков световых лет.
- Галактика Млечный путь имеет спиралевидную форму. Возраст ~ 13 млрд. лет.
- В центре находится скопление звезд с сильным радиоисточником (Стрелец A). Предполагают, что это черная дыра с массой в миллион солнечных масс.
  - Черные дыры образуются при неограниченном гравитационном сжатии (коллапсе) массивных космических тел. Излучение черных дыр «заперто» гравитацией, поэтому мы их не видим.
    - Чтобы превратиться в черную дыру, звезда должна сжаться до гравитационного радиуса ( $R_{\text{Грав.}} = 2 \frac{GM}{c^2}$ , где G – гравитационная постоянная, M – масса звезды, c – скорость света).
    - Чтобы сравнить масштабы сжатия при гравитационном коллапсе, достаточно сказать, что для Солнца гравитационный радиус составляет всего 3 км. Но во Вселенной черные дыры могут иметь разные размеры: сравнимые с песчинкой и сравнимые с галактикой.
- Солнце относится к молодому населению Галактики и располагается на периферии, в ее спиральном рукаве. Возраст~ 5 млрд лет
  - Скорость движения Солнечной системы вокруг центра Галактики 240 км/ч.
  - Галактический год, в течение которого Солнце делает полный вокруг центра Галактики, длится 230 млн. лет.
- Для земного наблюдателя все звезды в галактической плоскости сливаются в видимую картину Млечного пути.
  - Невооруженным глазом можно наблюдать только 3 галактики: Большое Магелланово Облако, Малое Магелланово Облако и Туманность Андромеды, которая находится к нам ближе всех, на расстоянии 2 млн. световых лет.
  - В 1995 г. были открыты первые планеты, врачающиеся около других звезд, – экзопланеты. До этого науке была известна только одна планетная система – Солнечная.

## 7.26 Движение Солнца в пространстве Вселенной. Космические циклы

Движение  
Солнца в  
пространстве  
Вселенной

Космические  
циклы

- Периодичность движения Солнца влияет на внутреннее состояние Солнечной системы на периодические изменения геофизических и геомагнитных условий.
- Галактический цикл (150-200 млн. лет) связан с орбитальным движением Солнца вокруг центра Галактики,
  - Совпадает с циклическими процессами горообразования на Земле и с наиболее крупными изменениями в органическом мире.
- Космические циклы с периодом 680 и 40 млн. лет связаны с обращением Солнца вокруг центра местной звездной системы в созвездии Геркулеса и пересечением плоскости Галактики.
  - Цикл в 40 млн. лет совпадает с продолжительностью некоторых геологических периодов, относящихся к разным эрам: силурийский и пермский периоды - в палеозое, меловой и юрский – в мезозое, палеогеновый – в кайнозое.
- Установлено влияние солнечной активности на погоду и климат, на геофизические оболочки Земли, приводит к магнитным возмущениям
- Цикл солнечной активности с периодом в 11 лет открыт советским ученым А.Л. Чижевским.
  - Пик активности в этом цикле совпадает с экстремальными событиями в жизни Земли, сопровождается магнитными бурями.

## 8 Лекция 01.02.2024 (Шипунова О.Д.)

# Лекция 8.

## Динамика науки как процесс порождения нового знания

Методология обоснования и развития научного знания

Интеллектуальные ресурсы развития научного знания

Формы развития знания: проблема и гипотеза

Требования к обоснованию и постановке проблем

Критерионисты в практике обоснования гипотез

Методы обоснования гипотез

Методы фактического обоснования

Методы логического обоснования

Способы аргументации

Законы логики в системе аргументации

Критика и опровержение

Логические ошибки в процедурах обоснования и опровержения

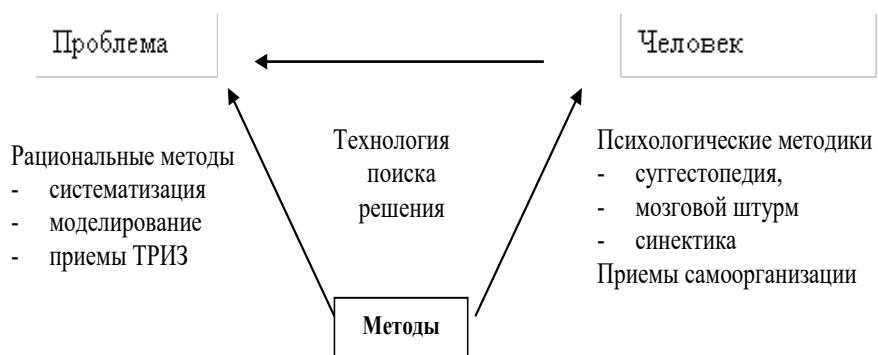
Подготовил

Профессор Шипунова О.Д.

## 8.1 Методология развития научного знания

### Методология развития научного знания

- Специфика творчества в науке определяется взаимосвязью трех компонентов: 1) проблемы (задачи), 2) эвристических методов, 3) интеллекта и психологических особенностей человека.
- Поэтому научное творчество – это всегда интенсивная интеллектуальная работа. Схематично можно представить комплексную методологию развития научного знания в деятельности конкретного человека следующим образом.



## 8.2 Интеллектуальные ресурсы динамики науки

### Интеллектуальные ресурсы динамики науки

#### Информационно-интеллектуальная технология

- Базы данных
- Информационные модели предметной области
- Семантические сети
- Концептуальные модели

#### • Формы развития знания:

- Проблема
- Гипотеза

#### • Продвижение знания

обоснование  
объяснение  
интерпретация

## 8.3 Формы развития знания

### Формы развития знания

#### Проблема

- Проблемная познавательная ситуация характеризуется **скрытым вопросом**
- Проблема выражается неразрешимым противоречием - **антиномией**

#### Гипотеза

- Познавательная ситуация характеризуется **ориентацией на ответ**
- Гипотеза выражается вероятным знанием -
- *идеей, моделью, версией*
- разрешением проблемной ситуации

## 8.4 Характеристика проблемы как формы развития знания

### Характеристика проблемы как формы развития знания

- В общем смысле под проблемой понимается отражаемая системой вопросов и высказываний ситуация, для которой характерно наличие цели и отсутствие знания о путях ее достижения.
- **Проблема** - нечеткая смысловая структура, имеющая некую информационную «среду обитания», контекст. Упорядоченный контекст в виде связной системы понятий и представлений образует фрейм проблемы – семантическое пространство, в котором осуществляется поиск путей ее решения.
  - Более определено проблема - достаточно фундаментальная в практическом и теоретическом отношении познавательная ситуация, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. При этом различают два вида проблем: развитые и неразвитые.
- **Неразвитая проблема** - это нестандартная задача, не имеющая алгоритма решения, которая возникла на базе определенного знания и направлена на устранение противоречия между смысловой и фактической стороной познавательной ситуации.
- **Развитая проблема** - это «знание о некотором незнании», дополненное указанием путей устранения очерченного круга незнания. Другими словами, это некоторая ограниченная область поиска, в которой просматривается возможный результат и хотя бы общая стратегия исследования.
- **Формулировка проблемы** – сложная интеллектуальная операция, которая включает в себя, как правило, три части: 1) систему исходных утверждений или описание фактических данных, 2) постановку вопроса - что нужно найти, 3) методологический принцип - систему указаний на возможные пути решения, другими словами, стратегию поиска или эвристику. Для неразвитой проблемы невозможно или трудно выполнить последний пункт.

## 8.5 Требования к постановке проблемы

### Требования к постановке проблемы

- Проблемы возникают в любых сферах деятельности человека. В области науки, где спецификой является решение познавательных проблем, существует традиционная *практика обоснования проблемы*, которая представлена определенными требованиями к формулировке и постановке проблемы.
  - Наличие обоснованного вывода о том, что избранная проблема не решена в мировой науке или предлагаемые решения неудовлетворительны (неполны, не аргументированы, содержат ошибки, имеют частный характер и т.д.).
  - Анализ предшествующего опыта исследования по выявленной проблеме, чтобы избежать дублирования. В технике необходим анализ патентного фонда. Это требование предполагает: а) знание явлений, процессов, законов развития данной предметной области; б) знание истории вопроса: возможные подходы, методы исследования, неудачные попытки решения.
  - Обоснование актуальности проблемы для общества в дополнении к личной убежденности, что ее необходимо решать. Это требование подчеркивает вопрос о реальности проблемы: насколько она назрела и возможно ли ее разрешение в обозримом будущем.
  - Выявление основного противоречия проблемной ситуации.
  - Формулирование целей и задач исследования (что составляет стратегию конкретного исследования).

## 8.6 Роль мнимых проблем в динамике науки

### Роль мнимых проблем в динамике науки

- Общий мировоззренческий контекст рассмотрения проблемы содержит критерии ее понимания и оценки в качестве мнимой или реальной.
    - Универсальные понятия (материя, пространство, время, движение и т.п.) и принципы познания (причинность, целостность мира и т.д.) образуют своеобразный фильтр, благодаря которому происходит исключение тех или иных проблем из поля зрения науки. Например, в философии религии считается правомерной постановка вопроса о месте пребывания Бога. В естествознании такая проблема не имеет смысла, поскольку относится к области принципиально ненаблюдаемых, беспричинных явлений.
  - Псевдопроблемы, или проблемы фиктивные, нереальные, кажущиеся, мнимые, с точки зрения принципа истинности (адекватности) не имеют смысла, поскольку противоречит объективным фактам и законам. Такая проблема всегда принципиально неразрешима (например, проблема создания вечного двигателя).
- Причины возникновения псевдопроблем:
- психологические – связаны с внутренней интенцией, стремлением, во что бы то ни стало преодолеть незнание, построить объясняющую модель или контекст;
  - логические – связаны с недостаточной аналитической проработкой проблемы, невозможностью на уровне неразвитой проблемы оценить ее реальный статус (в познавательном плане) и масштаб (в социально-прагматическом плане);
  - гносеологические – связаны с неполнотой и относительностью знания, неточностью информации, исторически ограниченным контекстом познавательной деятельности человека (например, И.Ньюton, который творил в XVIIв., не мог создать общую или частную теорию относительности).
- Позитивная роль мнимых проблем* на определенных этапах познания несомненна, поскольку самая несовершенная программа лучше отсутствия программы.
- Мнимые проблемы – своеобразные леса научного знания. В истории естествознания к мнимым проблемам можно отнести проблему «теплорода», определявшую в свое время поиск особого связующего вещества в теплообменных процессах; проблему «эфира» как проблему светоносного вещества, заполняющего пространственно-временной континуум.

## 8.7 Общие критерии обоснованности гипотезы

### Общие Критерии обоснованности гипотезы

- Чтобы гипотеза была признана научным сообществом, она должна удовлетворять следующим критериям:
- **Гипотеза должна быть четко сформулирована** на принятом языке (естественном или формальном), в определенных терминах (понятийно, концептуально) и иметь правдоподобный смысл.
  - В системе науки главная цель – адекватное отображение действительных процессов. Условие наибольшего правдоподобия накладывает на формулировку определенные ограничения.
    - Общими условиями ограничения могут быть: соответствие авторитету или традиции, простота, практичность.
  - Необходимость требования осмысленности формулировки в некотором научном контексте следует из того, что синтаксически правильные конструкции могут не нести никакого смысла вроде «абракадабра» абрацодирует».
- **Содержание гипотезы должно быть связано с предшествующим знанием или хотя бы ему не противоречить в случае полной оригинальности.**
  - Соответствие признанной научной картине мира или парадигме делает выдвигаемую гипотезу частично обоснованной в силу истинности предшествующего знания.
- **Гипотеза должна быть эмпирически проверяема** наличными методами в соответствии с уровнем развития научного инструментария или предполагать принципиальную возможность эмпирической проверки.
- **Обоснованность гипотезы - необходимое условие ее приемлемости в качестве имеющего смысл научного утверждения.**
  - Отсутствие обоснования дискредитирует гипотезу настолько, что она не может быть предметом дальнейшего обсуждения в научном сообществе.

## 8.8 Критерий истины в практике обоснования гипотез

- В системе науки истина понимается как соответствие содержания человеческого знания объективным процессам действительности.

Главный критерий истины – развитие общественно-исторической практики.

- В этом смысле время все расставляет по своим местам.
- Однако в каждом конкретном исследовании критерий истины дан вполне однозначно в виде соответствия высказываемых утверждений эмпирическим данным.

Процесс обоснования гипотез в системе научной коммуникации разворачивается в формах фактического и логического обоснования.

- Принцип эмпирической проверяемости гипотез лежит в основании способов фактического обоснования.
- Требование фактического подтверждения гипотез конкретизировано в принципе верификации и противоположном ему принципе фальсификации.
  - Однако далеко не всегда эти принципы применимы. В науке большинство утверждений имеет универсальный (не протокольный) характер. Процедура фактического обоснования для них неэффективна.
    - Например, невозможно таким способом проверить закон всемирного тяготения, который утверждает, что все тела взаимно притягиваются друг к другу пропорционально своей массе и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними, а также утверждение, что на все тела, погруженные в воду, действует выталкивающая сила.
    - Утверждения не универсального характера также далеко не всегда поддаются эмпирической проверке. Примером может служить утверждение о том, что Земля вращается вокруг Солнца. Поэтому в системе научной коммуникации движение идей, развитие знания опирается на принципы логического обоснования и теорию аргументации.

### Критерий истины в практике обоснования гипотез

## 8.9 Методы фактического обоснования гипотез

### Методы фактического обоснования гипотез

- **Материальный эксперимент** - форма практической деятельности по созданию специфической ситуации с целью эмпирического обнаружения следствий теоретических утверждений
  - Всегда ограничен техническими, а также социально-историческими рамками.
  - Материальный эксперимент позволяет проверить гипотезу в данный момент, в актуальном времени и в конечном фрагменте действительности. Он всегда определен научной картиной мира, конкретной теорией, исторически сложившимся принципом действия, методом, инструментарием.
- Экспериментальное подтверждение отдельных следствий предположения и случаи его практического использования еще не делают гипотезу достоверным знанием.
  - Только при большом числе подтверждений, успешном практическом применении гипотезы, при установлении определенных связей между следствиями происходит признание научного статуса гипотезы как обоснованного положения.
  - Многократность подтверждений и применений следствий, уточнение существенных моментов переводят гипотезу с течением времени в статус теории - системы истинных, обоснованных и проверяемых на практике утверждений.

## 8.10 Моделирование как метод фактического обоснования гипотез

### Моделирование как метод фактического обоснования гипотез

- **Моделирование** - способ проверки гипотез, в основе которого лежат умозрительные операции: идеализация и умозаключение по аналогии, позволяющие с той или иной долей вероятности перенести информацию о свойствах модели на исследуемый объект.
  - Модели могут быть материальными (в виде макета, куклы), идеальными (иконическими или символыми, в том числе математическими, формально-логическими), компьютерными.
- **Идеальные модели** – результат абстрагирования и обобщения.
  - **Идеализация** – способ создания обобщенных моделей, не существующих в действительности, но позволяющих изучать и описывать закономерности реальных процессов.
    - Например, изображение круга – идеал, который существует только в мыслях, отвлечено от пространственных форм, встречающихся в действительности.
  - Теоретическое знание строится на идеализации, которая играет объясняющую и конструктивную роль в развитии познания.
    - Невозможно представить геометрию без таких идеализированных объектов, как точка, прямая, плоскость; физику – без абсолютно твердого и абсолютно черного тела, идеального газа, абсолютного нуля температуры и т.д.
- **Иконические (образные) модели** обладают большой информационной емкостью.
  - В схеме, рисунке, графике информация сконцентрирована и наглядно представлена, что обеспечивает быстрое схватывание смысла. Словесная передача этой информации более сложна.

## 8.11 Функции модели в проверке гипотез

### Функции модели в проверке гипотез

- Воспроизведение реальных объектов или закономерностей (модели настоящего).
  - В этом случае модели выступают заместителями исследуемого объекта. Например, макет корабля.
- Реконструкция объекта или закономерности (модели прошлого). В этом случае необходимо:
  - наличие определенного ограниченного числа элементов, позволяющих восстановить объект
  - знание закономерностей его развития.
    - Модель сопоставляется с последующими находками, которые являются ее следствиями. Например, выдающийся естествоиспытатель Кювье сформулировал принцип функциональной корреляции органов и разработал метод восстановления ископаемых биологических видов по сохранившимся фрагментам скелета.
- Прогнозирование объекта или закономерности (модели вероятного будущего).
  - Будущий объект всегда создается в виде идеи, зафиксированной в чертежах, схемах, описаниях, то есть в виде идеальной модели, на основе которой создается материальная модель, и проводятся ее испытания.
  - Идеальная модель – основание и для мысленного эксперимента, в ходе которого выдвигаются и проверяются различные гипотезы.

## 8.12 Практика логического обоснования гипотез. Структура аргументации

### Практика логического обоснования гипотез Структура аргументации

- Практика логического обоснования гипотез представлена формами и способами *аргументации*, под которой понимается полное или частичное подтверждение истинности какого-либо утверждения с помощью других утверждений.
  - Положение, которое нужно обосновать, называется тезисом.
  - Исходные теоретические или фактические положения, с помощью которых обосновывается тезис, называют аргументами. В качестве аргументов в практике научного обоснования выступают :
    - законы природы
    - общие нормы
    - Аксиомы
    - утверждения о фактах (частные аргументы)
- Логическую связь между аргументами и тезисом называют демонстрацией (от латинского слова *demonstratio* - показывание).
- Тезис, аргументы, демонстрация образуют логическую структуру аргументации, которая далеко не всегда представлена явно в речевом общении (устном и письменном).
  - Скрытые аргументы, которые подразумеваются (как само собой разумеющееся), можно восстановить в процессе анализа аргументации. Текст или речь, реализующая некоторое рассуждение, может быть представлена в виде аргументационной конструкции, представляющей его логическую основу, не совпадающую с исходным языковым выражением.
- **Доказательство** можно определить как установление истинности какого-либо положения с помощью логических средств и утверждений, истинность которых уже установлена.
  - Формой доказательства является демонстративное рассуждение,
    - обеспечивающее получение истинного заключения при истинных посылках. К демонстративным рассуждениям относят правильные формы дедуктивных умозаключений, полную и научную индукцию, строгую аналогию.

## 8.13 Формы аргументации

### Формы Аргументации

- Процесс подтверждения истинности тезиса может принимать форму различных интеллектуальных демонстраций в виде:
  - дедуктивного умозаключения (вывода - от общего к частному),
  - индуктивного умозаключения (обобщения фактов); нужно иметь в виду, что в случае неполной индукции тезис обосновывается только более-менее вероятно, поэтому необходима дополнительная аргументация;
  - умозаключения по аналогии (на основании сходства имеющихся признаков); нужно иметь в виду, что в случае нестрогой аналогии для доказательства тезиса необходима дополнительная аргументация.
- По способу обоснования различают прямую и косвенную аргументацию.
  - В случае **прямой аргументации** тезис обосновывается непосредственно аргументами.
    - В случае прямого доказательства тезис выводится из аргументов в соответствии с правилами вывода, установленными в логике (теории)
  - В **косвенной аргументации** истинность тезиса обосновывается с помощью противоречащего тезису допущения - антитезиса.
    - Главный метод косвенной аргументации сведение к абсурду.
      - Из имеющихся аргументов и антитезиса выводят противоречие некоторого утверждения и отрицания этого утверждения. На основании закона противоречия, запрещающего подобную ситуацию, отвергается антитезис и делается вывод о частичной или полной обоснованности тезиса.

## 8.14 Аргументация и доказательство

### Аргументация и доказательство

- *Аргументация не доказательна:*
  - когда все или некоторые аргументы являются не достоверными утверждениями, даже если формой аргументации выступает демонстративное рассуждение; тезис в такой аргументации только вероятен из-за недостоверности аргументов;
  - когда аргументы - достоверные утверждения, но форма аргументации - не демонстративное рассуждение; в этом случае тезис вероятен из-за формы аргументации;
  - когда аргументы представляют собой не полностью обоснованные утверждения и формой является недемонстративное рассуждение.
    - Например, рассуждение Шпенглера: "Поскольку все живые организмы проходят в своем развитии ступени рождения, расцвета, упадка и гибели, поскольку и общество в своем развитии проходит те же ступени".
    - Тезис: «общество в своем развитии проходит те же ступени рождения, расцвета, упадка и гибели»
  - Аргументы:
    - Общий аргумент: все живые организмы проходят в своем развитии ступени рождения, расцвета, упадка и гибели – (достоверность опирается на реальные факты в истории биологии)
    - Скрытый аргумент: общество подобно живому организму – (истинность такого утверждения неопределенна, требует обоснования)
  - Форма логической связи аргументов и тезиса - умозаключение по аналогии
    - В данном случае, нестрогая аналогия, дающая лишь вероятное заключение. Нестрогая аналогия не является демонстративным рассуждением.

## 8.15 Умозаключения по аналогии на основании сходства признаков

Умозаключения  
по аналогии  
на основании  
сходства  
признаков или  
отношений –  
логическое  
основание метода  
моделирования

- **Аналогия** - умозаключение, в котором на основании того, что один предмет (образец) обладает рядом свойств или отношений, присущих другому предмету (модели), делается вывод о том, что образец обладает и другими свойствами или отношениями, присущими модели. По характеру заключения выделяют три типа аналогии:
  - строгую аналогию, дающую достоверное заключение;
  - нестрогую аналогию, дающую вероятное заключение;
  - ложную аналогию, дающую ложное заключение.
- **Строгая аналогия** отличается наличием необходимой связи признаков сходства с переносимым признаком, в качестве основного аргумента выступает совокупность признаков как единое множество, не пустое и не единичное.
  - Строгая аналогия применяется в научных исследованиях и математических доказательствах.
    - Пример: формулировка признаков подобия треугольников.
    - Другим примером строгой аналогии может служить история открытия гелия.
      - При сравнении спектров Земли и Солнца было обнаружено практически полное сходство спектральных линий за исключением одной, присутствующей в спектре Солнца и отсутствующей в спектре Земли. Был сделан вывод, что химический элемент, соответствующий этой линии спектрального состава Солнца, названный Гелием, должен существовать и на Земле. В последствие он был на Земле обнаружен.

## 8.16 Эвристические функции аналогии

### Эвристические функции аналогии

- На свойствах умозаключений по аналогии основан метод моделирования, широко применяемый в технике.
  - Примером *нестрогой аналогии* может служить испытание корабля по его модели в бассейне.
    - В результате дается заключение о том, что настоящий корабль будет обладать теми же характеристиками, что и модель. Необходимо учитывать, что такое заключение всегда вероятно.
- **Ложная аналогия** возникает, если в процессе сравнения модели и образца не учитываются существенные различия.
  - Иногда ложные аналогии строятся умышленно, являясь софистическим приемом, вводящим противника в заблуждение.
  - Неумышленно ложные аналогии проводятся при отсутствии точных знаний о фактических свойствах или отношениях сравниваемых объектов
- К различным аналогиям прибегают, чтобы начать движение в развитии проблемы.
  - Рассматриваемой проблеме находят аналогию, затем сходная ситуация получает собственное развитие.
  - На каждом этапе промежуточный результат соотносится с первичной проблемой.
  - Тем самым проблема развивается вслед за аналогией.
- Использование аналогии подобным образом – далеко не то же самое, что вести доказательство с помощью аналогии. Аналогия в своей эвристической роли позволяет сделать первый шаг в поиске подходов к разрешению проблемной ситуации.
  - Перенос свойств и отношений, совершаемый в аналогии помогает переосмыслить проблему. Например, в проблеме, как найти путь в тумане, возможны аналогии: слабовидящий ищет дорогу; турист, не знающий языка ищет путь в городском лабиринте; поиски затерянной вещи; отгадывание кроссворда

## 8.17 Примеры рассуждений по аналогии

### Примеры рассуждений по аналогии

В приведенных рассуждениях определить вид аналогии и характер вывода

*Пример.* И. Кеплер писал о том, что Земля подобно человеку имеет внутреннюю теплоту, в этом нас убеждает вулканическая деятельность. Соответственно сосудам живого тела на Земле имеются реки. Существует еще ряд соответствий. Но человек одушевлен. Следовательно, Земля тоже имеет душу.

1. Модель - человек. Исследует образец - планета Земля.
2. Сходство: наличие внутренней теплоты, сосудов и других структур частей.
3. Аналогия нестрогая, так как не учит различие природы человека (жизненный организмы) и Земли. Вывод вероятен.

1. Два тела испытывают ускорение. Массы и ускорения тел одинаковы. Известно, что равнодействующая сил для одного тела равна Р. Следовательно, равнодействующая всех сил для другого тела равна тоже Р.

$$\frac{a \cdot b}{c \cdot b} = \frac{a}{c} \quad \text{Значит, } \frac{a + b}{c + b} = \frac{a}{c}$$

3. «Увлекающийся практикой без науки – словно кормчий, ступающий на корабль без руля и компаса: он никогда не уверен, куда плывет» (Леонардо да Винчи).

4. В древних Афинах полководцев выбирали на народном собрании. Однажды Антисfen (ок.435-370 до н.э.), основатель школы киников, посоветовал афинянам принять постановление: «Считать всех ослов конями». На последовавшие насмешки он возразил, что такое решение ничем простым голосованием делать не отличается от решения, делающего из невежественных людей полководцев.

## 8.18 Индуктивные умозаключения

### Индуктивные умозаключения от частных аргументов в общему утверждению

- Если теория дедуктивных умозаключений устанавливает правила применения общего закона, положения, постулата, норматива к конкретной ситуации, обеспечивающие достоверность вывода, то индукция, приводя к некоторому обобщению, дает вероятное заключение. Только в некоторых случаях индуктивный вывод имеет достоверный характер. Индукция может быть полной или неполной.
- В случае **полной индукции** заключение распространяется на такой класс объектов, который охватывается данными, приведенными в посылках.
  - Другими словами, полная индукция – это обобщение по конечному числу объектов, причем каждый из них доступен для исследования. **Вывод по полной индукции носит достоверный характер.**
    - Примеры заключений по полной индукции дают выводы на основании учета успеваемости студентов в пределах курса, факультета, института; переписи населения, выводы относительно экономических показателей предприятия на основании показателей работы его производственных единиц.
    - К полной индукции относится обобщение по исчерпывающим случаям, которое распространено в математике.
      - Например, достоверность утверждения о том, что объем фигуры равен произведению трех ее измерений, подтверждается рассмотрением исчерпывающих случаев: 1) если измерения выражены целыми числами, 2) если измерения выражены дробными числами, 3) если измерения выражены иррациональными числами.
- В **неполной индукции** обобщение распространяется на большее количество предметов, чем, то, которое охватывается данными, приведенными в посылках. Вывод носит вероятный характер и представляет собой обобщение по бесконечному множеству объектов в отношении выделенного признака. Неполную индукцию разделяют на популярную и научную.
  - **Популярная индукция** - это обобщение по простому перечислению, часто встречающееся в обыденной жизни. Заметив повторяемость какого-либо признака у ряда предметов и отсутствие противоречащего случая, приходят к определенному заключению. Так, например, известно, что люди не бессмертны, они умирают, хотя это обобщение получено популярной индукцией. Логические ошибки популярной индукции:
    - поспешное обобщение содержитя, например, в следующем рассуждении: церковные праздники собирают большую массу народа, значит все население верующее.
    - «после этого, значит по причине этого». Эта ошибка наглядно представлена в басне про петуха, который охрип и не мог прокукарекать перед восходом солнца. «Сегодня солнце не взойдет», - сделал он печальное заключение.

## 8.19 Научная индукция как форма аргументации

- В научной индукции обобщение, которое распространяется на бесконечное множество явлений
  - подкрепляется причинной связью, представленной в той или иной теории.
  - производится на основе анализа и отбора фактов (также на основании принятой концепции или теории).
- Вывод по научной индукции принято считать достоверным.
  - Например: в результате опытов над некоторыми металлами установлено, что они расширяются при нагревании.
  - Предположение, что все металлы расширяются при нагревании, - вывод по неполной индукции. Он только вероятен.
  - Но затем, используя молекулярно-кинетическую теорию, объясняется механизм расширения, то есть устанавливается причина. В данном случае это особенности строения молекул металлов. Теоретически объясняется тепловое движение молекул всех металлов, которое и приводит к расширению металлических изделий.
  - После привлечения теории утверждение, полученное индуктивно, становится достоверным.
- Условия повышения правдоподобия заключения при индуктивном выводе: 1) число случаев, зарегистрированных в посылках должно быть возможно большим; 2) факты, на основе которых делается обобщение, должны быть как можно более разнообразны; 3) рассматриваемые факты должны быть существенными, типичными.

### Научная индукция как форма аргументации

## Индуктивные методы установления причинных связей наблюдаемых явлений

- **Метод сходства** заключается в том, что во всех сопутствующих исследуемому явлению обстоятельствах выделяется общее. Вывод, что это обстоятельство - причина явления, тем более вероятен, чем больше рассмотрено случаев и чем более разнообразны.
- **Метод различия** заключается в том, что сравниваются два максимально похожих случая, в одном из которых имеет место данное явление, а в другом отсутствует. То обстоятельство, которым различаются сравниваемые случаи, будет, вероятно, причиной явления.
- **Метод сопутствующих изменений** применяется в тех случаях, когда изменение одного явления сопутствует изменению другого, если при этом другие обстоятельства остаются прежними. Делается заключение, что одно из изменяющихся явлений - причина другого.
- **Метод остатков** применяется в случае, когда известно, что явление вызывается или может быть вызвано комплексом причин. Если известно также то действие, которое оказывают некоторые причины из комплекса, то можно сказать, что остаток действия вызывается остатком причины.

## 8.20 Примеры рассуждений по индукции

### Примеры Рассуждений по индукции

1. В каком из рассуждений имеет место полная индукция?

Данное рассуждение.	Вид индукции, характер вывода
Пример 1. Аргон, неон, криптон, ксенон не вступают в химические соединения. Следовательно, все благородные газы не вступают химические соединения.	Полная индукция, так как обобщение сделано по конечному числу фактов. Вывод достоверен.
Пример 2. Яблоко падает на землю. Камень падает на землю. Песчинка падает на землю. Пушинка, в конце концов, тоже падает на землю. Значит, все притягиваются к земле.	Неполная индукция, так как обобщение распространяется на бесконечное число фактов. Вывод вероятен.
1. Земля шарообразна. Венера, Марс, Луна тоже шарообразны. Следовательно, все тела Солнечной системы имеют шарообразную форму.	
2. Дельфины, тюлени, моржи, киты - млекопитающие. Значит, некоторые обитатели океана не являются рыбами.	
3. Железо, олово, цинк, свинец и пр. металлы расширяются при нагревании. Значит, все металлы при нагреве расширяются.	

2. Какой из представленных выводов может быть получен с помощью полной индукции?

Вывод	Характер рассуждения
Пример 1. Иванов не знает никого из семьи Петровых.	Вывод представляет собой обобщение по конечному числу фактов - полная индукция.
Пример 2. На каждое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила.	Вывод представляет собой обобщение по бесконечному числу фактов - неполная индукция.
1. Зима была холодная	
2. Все птицы имеют перья	

Сформулировать вывод, используя метод различия.

Данное рассуждение	Вывод на основании единственного различия
<p>Пример. Дистиллированная вода не проводит электричество. Если же в ней растворить соль, она становится проводником. В дистиллированной воде отсутствуют ионы, а водный раствор соли содержит ионы. Следовательно, ...</p> <p>1. Климат Японии - субтропический. В лежащем почти на той же широте Приморье (Россия) климат гораздо более суровый. У берегов Японии проходит теплое течение Куросио. У берегов Приморья нет теплого течения. Следовательно, ...</p> <p>2. Одну мышь кормили, а другую держали впроголодь. Первая мышь погибла раньше второй. Следовательно, ...</p> <p>4. Правильно ли применен метод сопутствующих изменений в следующих рассуждениях?</p>	<p>Следовательно, наличие иона воде является причиной электрической проводимости.</p>
Данное рассуждение	Заключение
<p>1. Нагреваем бруск, не меняя прочих обстоятельств. Чем больше нагревается бруск, тем больше становится его длина. Следовательно, нагревание - причина удлинения бруска.</p> <p>2. Экспедиция поднимается в горы. На первом привале кипятили чай. Чайник налили полный. Он очень долго закипал. На втором привале воды в чайник налили поменьше. Вода закипела быстрее. На третьем привале воды в чайник налили еще меньше, она закипела еще быстрее. Следовательно, единственной причиной уменьшения времени закипания воды явилось уменьшение количества воды в чайнике.</p> <p>3. Чем выше поднимаешься в горы, тем труднее дышать. С увеличением высоты местности над уровнем океана воздух становится все более разреженным. Следовательно, причина затруднения дыхания при подъеме в горы - разреженность воздуха.</p>	

## Примеры Рассуждений по индукции

## 8.21 Виды косвенного обоснования

### Виды косвенного обоснования

- **Апагогическим** называют косвенное обоснование истинности тезиса (Т) путем установления ложности антитезиса, которое строится по следующей схеме:
  - выдвигается противоречащее тезису допущение - антитезис (Р);
  - выводятся логические следствия, исходя из предполагаемой истинности антитезиса: если Р, то С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, ...;
  - при сопоставлении выведенных следствий с фактами делается заключение о ложности одного, нескольких или всех следствий: С<sub>1</sub> не соответствует Ф<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> не соответствует Ф<sub>2</sub>, - далее формулируется отрицание: значит, не-С<sub>1</sub>, не-С<sub>2</sub>;
  - переход от ложности следствий к ложности допущения имеет форму отрицающего модуса условно-категорического умозаключения (правило modus tollens): Если Р, то С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, ..., Не-С<sub>1</sub> и не-С<sub>2</sub>, Следовательно, не-Р
  - переход от ложности допущения (Р) к истинности тезиса (Т), имеет форму разделительно-категорического умозаключения: Т или Р, Не-Р,  
Следовательно, Т
- **В разделительном обосновании** тезис (Т) выступает в качестве одной из возможных альтернатив. Обоснование тезиса ведется путем установления ложности, затем исключения всех других альтернатив. Схема разделительного обоснования:
  - Выявляются альтернативы: Т или А или В или С;
  - приводятся аргументы, подтверждающие ложность утверждений: А, В, С; формулируется отрицание альтернатив: не-А, не-В, не-С;
  - на основании ложности фактически проверенных альтернатив делается заключение об истинности Т - тезиса

## 8.22 Цель аргументации

Цель  
аргументации –  
  
убеждение  
оппонента в  
истинности  
выдвигаемого  
положения

- Пример косвенной аргументации.
  - В закрытом помещении находились три человека, один оказался мертвым. Точно установлено, что в помещение никто не входил и никто из него не выходил в установленный промежуток времени. Экспертизой установлено, что это не самоубийство (т. е. умерший не убивал себя - не-А), что второй не мог убить – не-В. Значит, подозрение падает на третьего. Тезис (Т) - убил третий присутствующий.
- Косвенное доказательство не всегда является завершенным с правовой точки зрения. Тезис, доказанный таким способом, требует еще и прямого обоснования. В нашем примере для предъявления обвинения в убийстве должны быть представлены прямые улики. Необходимыми условиями косвенного логического обоснования являются четкая формулировка антитезиса и рассмотрение всех возможных альтернатив, что бывает сложно сделать в практических ситуациях.
- Логическими средствами цель аргументации достигается далеко не всегда, поскольку в процессе убеждения большую роль играет психическое и эмоциональное состояние человека.
  - Синтез различных воздействий на оппонента: тембром голоса, темпом речи, жестикуляцией, внешним видом, ссылкой на авторитеты или эффектной метафорой, - оказывает мощное эмоциональное влияние, дополняя смысловую логическую сторону аргументации в процессе убеждения.

## 8.23 Логическое обоснование гипотез

### Логическое обоснование гипотез

- Логическое обоснование гипотез в зависимости от характера исходных положений можно разделить:
  - на рассуждения, которые опираются на гипотезы или эмпирические обобщения, истинность которых еще надо установить;
  - на рассуждения, которые опираются на посылки заведомо ложные или ложность которых может быть установлена.
- В последнем случае, выведение следствия, противоречащего хорошо известным фактам или истинным утверждениям, позволяет скорректировать исходные позиции исследования. Сведение к абсурду - наиболее распространенный способ опровержения, который дополняется проверкой следствий опытным путем.
- Гипотетико-дедуктивный метод в логической проверке предположений позволяет выбрать одну из конкурирующих гипотез посредством опровержения другой.
  - В данном случае несущественно, как образованы гипотезы, из которых выводятся логические следствия, они могут быть произвольными утверждениями, гениальными догадками, обоснованными предположениями. Важно, что в результате применения метода введенное допущение проверяется в решающем эксперименте и принимается или отвергается.

## 8.24 Гипотетико-дедуктивный метод в развитии научного знания

### Гипотетико-дедуктивный метод в развитии научного знания

- Гипотетико-дедуктивный метод опирается на два ключевых правила:
  - выведение следствий из предположения (дедукция),
  - соотнесение этих следствий с фактами в решающем эксперименте.
- Решающий эксперимент представляет собой действие или опыт, который специально планируется для фактической проверки утверждений, сформулированных на основании принятой гипотезы. Такого рода эксперименты не позволяет полностью обосновать гипотезу, но может опровергнуть другую, конкурирующую.
  - Пример. Две гипотезы о природе света: Г<sub>1</sub> (Ньютона) — свет имеет корпускулярную структуру; Г<sub>2</sub> (Гюйгенса) — свет имеет волновую структуру (природу).
    - Следствие из Г<sub>1</sub> А<sub>1</sub>: скорость света в воздухе меньше скорости света в воде; v<sub>возд.</sub> < v<sub>воде</sub>.
    - Факт — наблюдается преломление света на границе сред.
    - Следствие из Г<sub>2</sub> А<sub>2</sub>: скорость света в воздухе больше скорости света в воде; v<sub>возд.</sub> > v<sub>воде</sub>.
    - Факт — наблюдается преломление света на границе сред.
    - Утверждение А<sub>1</sub> противоречит утверждению А<sub>2</sub>
    - Эксперимент Фуко решил спор в пользу волновой теории света.

## 8.25 Мысленный эксперимент как способ проверки гипотез

### Мысленный эксперимент как способ проверки гипотез

- Мысленный эксперимент – это не ограниченное реальными условиями и временем интеллектуальное действие с идеальной моделью. Условия, отличающие мысленный эксперимент от фантазирования, предполагают:
  - соответствие модели объекту исследования (модель должна представлять собой «квазиобъект»);
  - необходимость смоделированных условий существования объекта, включая мысленные орудия, инструменты воздействия, материалы;
  - действие с моделью, которое опирается на планомерное изменение принятых условий и вероятных воздействий;
  - необходимость соотнесения изменений модели с объективными законами, установленными в науке.
- Роль мысленного эксперимента в познании впервые выделил Галилей. Один из первых мысленных экспериментов в изучении природы: проверка принципа инерции.
  - Гипотеза Галилея: при отсутствии действующих сил или их равновесии тело движется равномерно и прямолинейно, - противоречила принципу естественного движения Аристотеля, согласно которому тело в таких условиях покойится. Обоснованием служила модель движущегося тела и мысленный эксперимент, поскольку в реальных условиях ничем не ограниченное движение по инерции не наблюдается.
- Исход мысленного эксперимента зависит от интеллектуальных особенностей исследователя.
- Общезначимый критерий в данном случае всегда представлен приемами мышления и знанием законов изменения вещей.

## 8.26 Практика конструктивного обоснования

- Практика конструктивного обоснования в современной науке представлена способами проверки математических гипотез и формализованных теорий, экстраполирующих решения уравнений за пределы исходных ограничений, на более широкий класс объектов.
- В конструктивном обосновании следствия уравнений сопоставляются с опытом и физической интерпретацией величин, которые фигурируют в математических уравнениях.
  - Проверка математической гипотезы, заключается в проверке семантической системы: уравнения плюс интерпретация математических абстракций в терминах физических абстракций (или предполагаемых реальных объектов или следствий).
  - Проблемы конструктивного обоснования связаны с неадекватной интерпретацией создаваемого аппарата, которая усложняет эмпирическую проверку.
- В современной теоретической науке (в частности, физике) выдвижение гипотезы осуществляется методом математической экстраполяции, предполагающим перестройку (распространение) известных уравнений в новых допущениях (которые меняют схему измерения физических величин).
  - В результате экстраполяции физические величины получают новые связи и новые определения. Далее вводятся соответствующие новым определениям абстрактные объекты, из которых формируется теоретическая гипотеза.
- Требования к процедуре конструктивного обоснования теоретической модели:
  - согласованность с математическим аппаратом
  - конструктивное введение абстрактных объектов
  - идеализированный эксперимент (компьютерный, вычислительный) с абстрактными объектами, учитывающий особенности реальных измерений и экспериментов
  - необходимость промежуточных (физических) интерпретаций вводимых величин и абстрактных объектов. Проблемы конструктивного обоснования связаны с неадекватной интерпретацией создаваемого аппарата, которая усложняет эмпирическую проверку.

### Практика конструктивного обоснования

## 8.27 Законы логики

### Законы логики

Основа  
трансляции  
знания и  
аргументации  
в науке

- Законы логики представляют собой общие нормы рассуждения, регулирующие процессы речевого общения на уровне трансляции смысла (мыслекоммуникации).
  - Главное средство коммуникации - язык. С его помощью осуществляется передача информации, поскольку языковые выражения ориентированы на общие смысловые формы выражения мыслей.
- Общие принципы логики, сформулированные еще в античные времена, направляют интеллектуальную деятельность человека посредством интерсубъективных критериев, выступающих ориентирами внутреннего (личностного) осмысливания языковых выражений.
  - В качестве элементарной формы выступает понятие – смысловая форма, фиксирующая специфические свойства класса предметов.
  - Поэтому практика уточнения применяемой терминологии имеет основополагающее значение в процессах коммуникации, где требуется последовательность и ясность изложения мыслей.
- В законах элементарной логики сконцентрирован опыт человеческого общения со стороны общезначимых критериев понимания в процессе передачи и развития знания
- Нарушение законов логики, которое квалифицируется как *логическая ошибка и парадокс*, демонстрирует, прежде всего, ситуацию скрытого или явного непонимания.

## 8.28 Закон тождества

### Закон тождества

- Согласно закону тождества в процессе доказательной аргументации нельзя подменять данную мысль другой. Каждая мысль должна быть тождественна самой себе.
  - Тождество мысли надо отличать от тождества языковых выражений. Одна и та же мысль может быть выражена различными языковыми формами и, наоборот, одна и та же языковая форма может выражать разные мысли. В частности, одно и то же слово, например, «ключ», может иметь разное значение.
- Нарушение закона тождества ведет к ошибке, которая называется подменой понятия или тезиса.
- Совершаемая умышленно подмена понятия или тезиса приводит к парадоксу, который создает ситуацию явного непонимания.
  - Например, подмена понятия «число» понятием «цифра» в следующем рассуждении: «Число 5 можно записать не только одной цифрой, но и двумя (2+3). Поскольку это одно и то же, то можно утверждать, что один равен двум».
- Неявная подмена понятия совершается в шутках, обыгрывающих многозначность словесных выражений.
  - Например, «К. утверждает, что может поставить бутылку в центр комнаты и вползти в нее. Верно ли это?».
- Практическое значение закона тождества в системе коммуникаций связано с предписаниями, призванными закрепить устойчивые смысловые центры в процессах речевого общения. Они выражены требованиями:
  - сохранять мысленное содержание предмета рассуждения;
  - стремиться к определенности, ясности, точности терминологии;
  - учитывать различие формального и содержательного тождества;

## 8.29 Закон противоречия

### Закон противоречия

Об одном и том же,  
в одно и то же  
время, в одном и  
том же отношении  
нельзя утверждать и  
отрицать  
(Аристотель)

- **Логическое противоречие** – это соотношение взаимоисключающих суждений, взятых в одном контексте, они не могут быть вместе истинными.
- Если взаимоисключающие друг друга суждения в равной степени обоснованы, образуется неразрешимое противоречие - **антиномии**.
  - **Рациональная функция антиномии** – выявление и формулировка проблемы.
    - Например, проблема рационального понимания движения была поставлена в истории философии в виде антиномии: в данный момент времени, в данной точке пространства тело находится и не находится одновременно.
    - В аргументации логическое противоречие - уязвимое место, если оно действительно обнаруживается.
      - Часто оппоненты обвиняют своих противников в несуществующих противоречиях, используя подмену понятия или тезиса. В этом случае лучше не вступать в полемику, сделав заявление о том, что оппонент выдает желаемое за действительное.
- **Мнимое противоречие** имеет место, если не уточняется контекст высказывания.
  - Например, нет противоречия в утверждениях: «Этот человек – великий мастер»; «Этот человек – вовсе не великий мастер». Оба высказывания могут быть истинными.
  - В отношении суждений о будущем, которые всегда являются неопределенными по истинности, утверждение «Завтра будет прекрасная погода» не противоречит утверждению «Завтра будет плохая погода».
- **Закон противоречия имеет границы применимости.** Он хорошо работает в двузначной классической логике, в системах с четко определенными понятиями и алгоритмами.
- Практическое значение закона противоречия в системе коммуникаций связано с предписаниями, регламентирующими ее смысловую последовательность. Они выражаются в требованиях:
  - не допускать взаимоисключающие суждения в структуре одного рассуждения;
  - выделять значения истинности высказываний;
  - выявлять реальные и скрытые противоречия в структуре рассуждения;
  - различать реальные и мнимые противоречия;
  - выдерживать непротиворечивость как критерий правильности (логичности) рассуждения.

## 8.30 Закон исключенного третьего

### Закон исключенного третьего

Если одна мысль представляет собой простое отрицание другой мысли, то они не могут быть вместе ни истинными, ни ложными.

- В двузначной логике мысль и ее простое отрицание образуют строгую дизъюнкцию; одно из них истинно, другое ложно, а третьего не дано.
- Действие закона исключенного третьего относится только к группе противоречащих суждений, выражающих альтернативы.
- Рассуждение в этом случае ведется по схеме «или – или» и опирается на дихотомическое деление универсума.
  - В античные времена Платон демонстрировал этот закон так: «Человек не может быть одновременно как здоровым, так и больным». Среднего состояния быть не может. Если на лицо хоть какие-то признаки недомогания, значит, не здоров (болен).
- Закон исключенного третьего с его жесткими рамками – основа косвенного способа аргументации методом «сведения к абсурду». В математике он распространен как метод доказательства «от противного».
- Практическое значение закона исключенного третьего в системе коммуникации связано с предписаниями, регламентирующими способы выхода из проблемной ситуации. Они выражены в требованиях:
  - четко формулировать альтернативы, определяющие пространство выбора решений;
  - не привлекать в качестве альтернативы какие-либо другие утверждения;
  - устанавливать четкое противоречие альтернатив с тем, чтобы одно утверждение было отрицанием другого;
  - выдерживать правило, согласно которому противоположное истине есть ложь.

## 8.31 Закон достаточного основания

### Закон достаточного основания

Мысль может быть признана истинной лишь в том случае, если она достаточно обоснована

- Достаточным основанием какой-либо мысли может служить любая другая, уже проверенная и признанная истинной мысль, из которой с необходимостью вытекает истинность данной мысли.
  - Достаточным основанием может быть личный опыт человека, законы науки, аксиомы, теоремы, факты, цифровой материал.
- Закон достаточного основания предписывает конкретизировать утверждения, то есть ограничивать универсум рассуждения, чтобы высказанная мысль оставалась истинной.
  - Безотносительные утверждения могут истинное высказывание сделать ложным.
    - Так, утверждение: «Вода кипит при 100 °C», - оказывается ложным, если не вводить ограничение «при нормальных атмосферных условиях».
- Закон достаточного основания фиксирует в рассуждениях причинно-следственную связь.
  - Всякое утверждение имеет в этом смысле свое основание, которое неявно присутствует в рассуждениях (подразумевается).
    - В приведенном примере, «если атмосферные условия нормальны, то вода кипит при 100 °C»..
  - Утверждения, которые строятся по схеме “после этого - значит по причине этого” нарушают закон достаточного основания
    - В обыденной жизни показательны в этом плане суеверия.
      - Например, незадолго до войны с Наполеоном над Россией пролетела комета, оставив после себя долгое свечение в небе, которое наблюдало почти все население. Этот факт религиозным сознанием россиян был воспринят как предвестие, знак, причина последовавших бед, связанных с нашествием Наполеона.

## Закон достаточного основания

- В вопросительных и оценочных ситуациях закон достаточного основания играет роль смысловой границы, ориентирует на контроль истинности высказываемых утверждений и формулирование более точного ответа, отсекают нехарактерные оценки.
  - На вопрос: «Почему вода тушит огонь?» - можно сформулировать два ответа: «Потому что вода мокрая»; «Потому что вода прекращает доступ кислорода к горящему телу». Выбор ответа осуществляется по принципу достаточного основания.
- Практическое значение закона достаточного основания в системе аргументации связано с предписаниями, регламентирующими последовательность и обоснованность рассуждений.
- Они выражены в требованиях:
  - конкретизировать утверждения, вводя ограничения в виде начальных условий;
  - выявлять скрытые основания утверждений, их достаточность;
  - выявлять причинно-следственную связь в рассуждениях;
  - различать логическое и фактическое обоснование.

## 8.32 Примеры нарушения законов тождества и противоречия

### Примеры нарушения законов тождества и противоречия

*Пример 1.* Командир погнал эскадрон под гору в карьер. Генерал своим корпусом преградил ему дорогу.

Из-за неопределенности понят «карьер» и «корпус» нарушают закон тождества - игра с (двусмысленность)

*Пример 2.* Того, чего у меня нет, я лишился. У меня нет рогов, значит, я лишился рогов.

Не тождественны утверждение «нет и не было» и «нет и был». Невинная (скрытая) подмена однозначно нарушает закон тождества и приводит к парадоксу.

1. Лекарство, принимаемое больным, есть добро. Чем больше добра, тем лучше. Значит, лекарства надо принимать как можно больше.

Противоречие «я знаю» - «я не знаю» мнимое, так как знание берется в разных отношениях «я знаю (о себе)» и «я ничего не знаю». Закон противоречия соблюдается.

*Пример1.* Утверждение Сократа «Я знаю, что ничего не знаю».

Не совместимо с законом противоречия.

1. Неправильное правило

2. Сказочная действительность

3. Прошу развести меня с Царевым Н.М. без моего присутствия, но я согласия на развод не даю.

4. Реклама торгового предприятия: «Самые крепкие щиты!» – «Эти копья пробивают что угодно».

5. Преступник не может не оставить следов.  
Преступник может и не оставить следов.

6. Наказывать преступников – зло? – Да. А не наказывать преступников – зло? – Да.

7. На седьмую ночь скончалась, на восьмую умерла.

8. Шесть он зернышек находит, семь семян он подымает. (Финский эпос)

## 8.33 Примеры нарушения закона достаточного основания

### Примеры нарушения закона достаточного основания

Пример. Студенту Н. необходимо поставить зачет, поскольку он уезжает в командировку.	Нет достаточного основания для получения зачета. Таким основанием является выполнение зачетных требований.
1. На одном из собраний коллектива выступающий сказал: "Перечисленных товарищей мы знаем очень плохо, так как они в нашем коллективе недавно. А поэтому я выражают мнение всего коллектива, что их нужно судить по всей строгости закона".	
2. Путник был хорошо одет. Это и было причиной того, что разбойник его ограбил.	
3. В нашей стране все большее число людей увлекается астрологией, что свидетельствует о научности и доказательности ее построений.	
4. Когда Фарадей обратился к Деви с просьбой принять его на работу в лабораторию, тот обратился за советом к одному из руководителей королевского института. "Поручи ему, - был ответ, - мыть лабораторную посуду. Если он к чему-нибудь способен, то наверняка согласится. Если же не согласится - не способен ни к чему".	
5. Этот человек - преступник, поскольку доподлинно известно, что он находился на месте преступления в тот момент, когда оно было совершено.	
6. Прошу принять меня в ваше ПТУ, потому что я не хочу учиться.	
7. Судья не может меня судить, поскольку он сам замешан в преступлении.	
8. В этом учебнике допущены грубые ошибки, следовательно, он написан неграмотно. Ясно, что читать его не стоит.	

## 8.34 Критика и опровержение

### Критика и опровержение

- *Критика* по своей направленности противоположна аргументации.
  - Конечная цель критики - разубеждение в обоснованности того или иного положения, убеждение в его ложности. Эта цель достигается не всегда.
  - Частным случаем критики является *опровержение* - установление ложности какого-либо положения с использованием логических средств и доказанных ранее утверждений.
- *Структура опровержения* состоит из
  - *тезиса* - положения, которое опровергается,
  - *аргументов опровержения* - положений, с помощью которых тезис опровергается,
  - *демонстрации логической связи* аргументов и тезиса.
- *Существуют три способа опровержения:*
  - 1) критика тезиса; 2) критика аргументов; 3) критика демонстрации
- Критиковать можно как аргументацию, так и сам тезис.
- Критика тезиса не является его опровержением в следующих случаях:
  - когда аргументы, используемые критиком, не являются полностью обоснованными утверждениями;
  - когда форма рассуждения не демонстративна;
  - когда имеет место и то и другое.

## 8.35 Критика тезиса

### Критика тезиса

**эффективная логическая операция, в ходе которой опровергать тезис можно прямым и косвенным способом.**

- **Прямое опровержение тезиса** возможно в случае опровержения его фактами или в случае “сведения к абсурду”. Последовательность рассуждений в этом случае :
  - а) временно, признается истинность ложного тезиса («допустим»);
  - б) выводятся следствия из признанного тезиса («тогда следует...»);
  - в) обнаруживается ложность следствия («это абсурд, так как данные выводы противоречат фактам»);
  - г) из ложности следствий вытекает ложность признанного истинным тезиса.
- В то же время нужно помнить закон достаточного основания, предписывающего конкретизировать утверждения. Всякую истину, если ее преувеличить, вывести за пределы ее применимости, можно довести до абсурда.
- **Косвенное опровержение тезиса** строится через доказательство антитезиса в следующей последовательности:
  - а) по отношению к опровергаемому тезису формулируется антитезис - противоречащее тезису суждение A;
  - б) временно оставляют в стороне тезис оппонента и обосновывают истинность антитезиса A;
  - в) из истинности антитезиса следует отрицание тезиса не-Т:
  - Т или A, подтверждается A
  - Следовательно, не-Т (опровержение)

## 8.36 Критика аргументов

### Критика аргументов

не ведет к  
опровержению  
тезиса

- *Критика аргументов* направлена на выявление несостоительности доводов, используемых оппонентом для обоснования тезиса.
  - Ложность и сомнительность аргументов может быть показана прямым или косвенным опровержением этих аргументов, а также через указание на сомнительный источник получения информации (слухи, домыслы и т.д.).
  - Истинность аргументов определяется не субъективным чувством уверенности, не заверениями выступающего, а объективными показателями их достоверности - фактами, предшествующим научным опытом, непосредственной эмпирической проверкой суждений.
  - В случае установления ложности аргументов тезис считается недоказанным.
  - **Ложность аргументов не означает ложности тезиса, а лишь показывает недостаточную его обоснованность.**
- *Критика демонстрации* имеет целью показать отсутствие логической связи между аргументами и тезисом в процессе его обоснования
  - Ошибки в демонстрации не опровергают сам тезис, а лишь показывают его необоснованность.
  - Рассуждения в ходе обоснования (демонстрация) подчиняются логическим правилам.
  - Логические ошибки, возникающие в результате нарушения правил, могут быть непреднамеренными (паралогизм) и преднамеренными (софизм).

## 8.37 Правила и логические ошибки в процедурах обоснования и опровержения

### Правила и логические ошибки в процедурах обоснования и опровержения

#### Правила доказательного рассуждения по отношению к тезису

##### Правила

1. Тезис должен быть логически определенным, ясным и точным.
2. Тезис должен оставаться тождественным самому себе.

##### Логические ошибки

- 1.1. Выдвижение неопределенного, неясного, неточного тезиса.
- 2.1. Потеря тезиса.
- 2.2. Полная подмена тезиса:
  - а) доказательство другого тезиса вместо выдвинутого;
  - б) "аргумент к личности";
  - в) "переход в другой род": подмена тезиса более сильным утверждением, подмена тезиса более слабым утверждением;
  - г) "логическая диверсия".
- 2.3. Частичная подмена тезиса.

#### Правила доказательного рассуждения по отношению к аргументам

##### Правила

1. Аргументы должны быть утверждениями истинными: доказанными логически или фактически.
2. Аргументы должны быть обоснованы независимо от тезиса.
3. Аргументы не должны противоречить друг другу.
4. Аргументы должны быть достаточным основанием для тезиса.

##### Логические ошибки

- 1.1. Ложность оснований ("Основное заблуждение").
- 1.2. "Предвосхищение оснований".
- 2.1. Круг в доказательстве
- 3.1. Выдвижение противоречащих друг другу аргументов.
- 4.1. "Слишком поспешное доказательство".
- 4.2. "Чрезмерное доказательство" (чем больше аргументов, тем лучше).

#### Правила доказательного рассуждения по отношению к демонстрации

##### Правила

1. Должны соблюдаться правила умозаключений, которые использовались при построении обоснования.

##### Логические ошибки

1. Нарушение правил умозаключений соответствующего вида.
- 1.2. Мнимое следование – общее несоответствие аргументов и тезиса, которое проявляется в том, что логически слабыми аргументами (узкими, проблематичными) пытаются обосновать более сильный тезис (широкий, безусловный, достоверный).
2. Привлечение не связанных с обсуждаемым тезисом аргументов:
  - а) аргумент к силе; б) к невежеству; в) к выгоде; г) к здравому смыслу; д) к состраданию; е) к верности; ж) аргумент к авторитету.

## 9 Лекция 04.03.2024 (Шипунова О.Д.)

### 9.1 Философия естествознания

**ПРЕДМЕТ И КРУГ ПРОБЛЕМ  
ФИЛОСОФИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.**

**ТЕОРЕТИКО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ И  
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.**

**ПРЕДМЕТ  
ФИЛОСОФИИ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
НАУЧНАЯ ФОРМА  
ОБОСНОВАНИЯ.  
МЕТОДОЛОГИЯ  
РАЗВИТИЯ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУ  
ЧНОГО ЗНАНИЯ.  
КАУЗАЛЬНЫЕ  
МОДЕЛИ  
ОБЪЯСНЕНИЯ  
ПРОДУКТИВНОЕ  
МЫШЛЕНИЕ.**

**ПОДГОТОВИЛ  
ПРОФЕССОР  
ШИПУНОВА О.Д.**

## 9.2 Сфера научного познания

# СФЕРЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

**В сложившейся системе научного познания выделяются три общие сферы:**

- знание о человеке – знание о природе – знание об обществе.

**В соответствии с этой традицией разделяют**

- гуманитарные, естественные и общественные науки.

**Отличие естествознания –**

- формирование теоретических моделей объяснения природных явлений на основе выявления сущностных, причинно-следственных связей.

**Предмет философии естествознания –**

- общие проблемы, закономерности и тенденции развития корпуса естественных наук, а также особого рода познавательной деятельности, главная цель которой – истинное, объективное знание о законах природы.

**Задачи философии естествознания:**

- - исследование способов формирования нового естественнонаучного знания, а также механизмов воздействия социокультурных факторов на этот процесс;
- - анализ структуры и динамики знания в конкретных естественнонаучных дисциплинах (физики, химии, биологии);
- - сравнение естественнонаучных дисциплин и выявление общих проблем и общих закономерностей в их развитии;
- - концептуальный анализ эволюции конкретной области естественнонаучного знания на материале истории конкретных наук (физики, химии, биологии);
- - формирование моделей развития естественнонаучного знания, проверка их на соответствующем историческом материале.

## 9.3 Предмет философии естествознания

### ПРЕДМЕТ ФИЛОСОФИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**Онтологические проблемы естествознания.** «Бытийственные» вопросы в естественнонаучном исследовании.

- Принцип единства мира – основная стратегия естествознания.
- Уровни реальности и проблема научного реализма.
- Объективность и интерсубъективность как характеристика и проблема естествознания.
- Структурная основа единства мира.
- Проблема онтологического статуса объекта исследования.
- Разнообразие исследуемых объектов в современном естествознании.
- Характеристика онтологических вопросов в области физики, химии, биологии.
- Функциональные и самоорганизующиеся системы – новые объекты естествознания.

**Теоретико-познавательные (гносеологические) проблемы естествознания. Познавательные установки и стратегии естественнонаучного исследования.**

- Условия последовательного объяснения наблюдаемых явлений, построения логически стройных теорий.
- Проблема несовпадения теории и наблюдаемых, регистрируемых феноменов.
- Центральный вопрос гносеологической проблематики - истинность и объективность естественнонаучного знания.
- Базовые модели естественнонаучного объяснения опираются на выявление причинно-следственной (каузальной) связи.
- Традиции в построении причинных моделей объяснения явлений, позволяющих устанавливать закономерность поведения реальных объектов.

## ПРЕДМЕТ ФИЛОСОФИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

### *Методологические проблемы естествознания*

- Проблема метода исследования, адекватного современному уровню развития научного знания.
- Научное обоснование.
- Научная картина мира - познавательное и методологическое значение. Научной картины мира
- Исторические типы научной рациональности.
- Соотношение базовой модели причинного (каузального) объяснения с историческими типами научной рациональности: классической (механизм), неклассической (релятивизм) и постнеклассической (холизм).

### **Ключевые понятия:**

- Онтологический статус объекта. Уровни реальности.
- Истинность и объективность естественнонаучного знания.
- Принцип единства мира,
- Принцип причинности,
- Детерминизм, формы детерминизма (динамический, статистический, вероятностный), закономерность, каузальные модели объяснения (динамическая, статистическая, теленомическая, телеологическая, синхроническая).
- Релятивизм. Индетерминизм. Фатализм. Финализм. Холизм.

## 9.4 Базовые модели естественнонаучного объяснения

### БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ЕСТЕСТВЕНОНАУЧНОГО ОБЪЯСНЕНИЯ

Обобщенные модели объяснения в естествознании опираются на принцип детерминизма.

Детерминизм – мировоззренческая позиция, в которой постулируется причинно-следственная связь природных явлений, не всегда явно представленная в наблюдаемых событиях.

- Принцип всеобщей причинной связи был сформулирован в атомистическом учении Демокритом в жесткой форме, поскольку утверждал однозначную связь причины и следствия, отрицал случайность в мире. Элемент случайности был внесен в концепцию атомизма позже Эпикуром.
- В новоевропейской классической науке, эта установка получила подкрепление и была обобщена Лапласом.
- «Демон Лапласа» - символ и метафора механистического детерминизма, выделившего универсальность силового (динамического) принципа причинно-следственной связи, который позволяет точно рассчитать все состояния объекта.
- Для «Демона Лапласа» мир прозрачен, предсказуем, в нем нет случайностей.

Первая форма детерминизма в философии - жесткий детерминизм (механистический, лапласовский, динамический) представляют собой тождественные понятия.

Вторая форма детерминизма – вероятно-статистическая, допускающая случайность в систему причинения, появляется с развитием термодинамики, статистической физики и квантовой механики в начале 20в., выделившими приоритет статистического закона в объяснении причинно-следственных связей.

- Метафора этой формы детерминизма – «Демон Максвелла», разделяющий горячие и холодные молекулы в сосуде, что позволяет ему нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе.

## БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБЪЯСНЕНИЯ

**Статистически-вероятностный детерминизм** сочетает два принципа в объяснении причинно-следственных связей: динамический и статистический

- Различие макро- и микро-характеристик статистической системы и введение принципа дополнительности позволяет объяснить закономерности поведения системы, понимаемой как массовый объект.
- В этой форме детерминизма случайность в системе причин относится на счет инструментария познающего субъекта, который не может рассчитать точно скорости микрообъектов, составляющих внутреннюю структуру массового объекта. Например: скорости всех молекул идеального газа.

**Третья форма детерминизма - вероятностный детерминизм (конец 20в.)**

**В этой позиции утверждается фундаментальность вероятностных характеристик объекта, подчеркивается, относительный характер причинных связей в зависимости от условий и масштаба явлений**

- Получает новое толкование сам закон природы, который рассматривается уже не как объективный динамический закон, инвариантный и обратимый во времени.
- Закон природы имеет вероятностный характер и должен рассматриваться в параметрах времени, как вероятный и необратимый.
- Метафора Пригожина «Стрела времени» указывает на то, что в эволюции Вселенной не всегда существовали те взаимодействия и структуры, которые классическая и неклассическая физика считает объективными и описывает соответствующими законами

## 9.5 Каузальные модели в постнеклассической науке

### КАУЗАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Принцип причинной связи вместе с принципом единства мира образует общий контекст развития науки со времен Античности до наших дней

Объяснение – необходимое условие обоснования (процесса подтверждения своей позиции).

В научном познании объяснение - логико-методологическая процедура выражения сущности предмета (явления, события, действия) через наличие знание, имеющее статус очевидного или достоверного.

В современной философии науки выделяют три базовые модели научного объяснения, которые отличаются формой детерминизма и приоритетного закона, соотносятся с тремя историческими типами научной рациональности:

- Линейная модель объяснения причинных связей (механизм) - в соответствии с типом классической рациональности, характеризуется приоритетом динамического закона в объяснении на основании действующей силы или внешней причины.
- Статистическая модель объяснения причинных связей (релятивизм) соответствует неклассической рациональности, характеризуется принципом относительности в описании явлений, дополнительностью динамического и статистического закона, включающего случайность в цепь причин и следствий.
- Нелинейная модель объяснения причинных связей (холизм) – соответствует постнеклассической рациональности, характеризуется вероятностным принципом в описании явлений, системным видением объектов и причин их поведения.

Постнеклассическая наука оперирует пятью моделями объяснения причинных связей:

- динамической («детерминистской» - на основании действующей силы или внешней причины),
- статистической («индетерминистской» - включающей случайность в цепь причин и следствий),
- телеэкономической (рассматривающей движение системы к конечному результату),
- телеологической (целевой),
- синхронической (выделяющей фундаментальность повторяющегося совпадения событий).

## КАУЗАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Телеэкономическая модель объяснения предполагает разные пути развития (движения) системы к конечному состоянию, например,

- скатывание шарика с горки, которое объясняется законом сохранения энергии.
- действие или развитие по некоторой программе (генетический код).

Представление о телеэкономических процессах распространилось в естествознания благодаря биологу Эрнсту Майру, который выделил общность и различие телематических, телеэкономических и телеологических процессов.

- Объединяет три типа процессов направленность к некоторому конечному состоянию.
- Но телематические процессы пассивны и автоматически регулируются внешними силами или обстоятельствами (например, падение камня в пропасть под действием гравитации).

Телеэкономическими процессами Майр называет такие процессы, в которых достижение конечного состояния контролируется встроенной в них программой, в которой это конечное состояние запрограммировано. При этом оно не является действующей причиной. Например, развитие организма в соответствии с генетической программой.

В телеологических процессах конечное состояние является действующей причиной.

Телеологические процессы не просто направлены к конечному состоянию, они целенаправленны.

Синхроническая модель объяснения разрабатывается в современной космологии (А.Линде). В экологии и в социобиологии эта модель представлена принципом козволяции.

- Истоки представления о синхронизме как новом типе причинных связей (в отличие от необходимо причинного и напротив - случайного) – в аналитической психологии К.-Г.Юнга. Исследуя психику человека, он пришел к выводу, что понятий причинности и случайности недостаточно для ее объяснения, решающее значение имеет повторяющееся совпадение событий.

## 9.6 Характеристика исторических типов научной рациональности

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОРИЧЕСКИХ ТИПОВ НАУЧНОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

	Классический тип научной рациональности (объяснительный принцип - механизм) XVII-XIX - нач.XX	Неклассический тип научной рациональности (объяснительный принцип - релятивизм) сер.ХХ	Постнеклассический тип научной рациональности (объяснительный принцип - холизм) конец ХХ – XXI
Базовая модель причинной связи	Линейная модель, динамический закон, принцип суперпозиции сил, возможность точного расчета и предсказания	Статистически-вероятностная модель, дополнительность динамического и статистического закона, возможность точного прогноза состояния	Нелинейная модель, принцип системной причинности (макродетерниации), вероятностный характер закона, вероятностный прогноз поля состояний.
Форма детерминизма	Механистический детерминизм (однозначная связь причины и следствия)	Статистический детерминизм (нежесткая связь причины и следствия)	Вероятностный детерминизм, относительность жесткого и нежесткого механизмов причинения
Математический аппарат	Аналитическая геометрия, Дифференциальное-интегральное исчисление	Теория вероятностей	Теория катастроф Теория автоколебаний
Базовая теория	Классическая механика, классические теории в физике	Статистическая физика, Теория относительности, Квантовая механика	Неравновесная термодинамика, теория самоорганизации
Статус исследуемого объекта	Материальное (вещественное) тело, материальная точка	Материальная точка, массивный объект (термодинамическая система - идеальный газ), квантовый объект (микрочастица)	Открытая система (диссипативная), динамическая система с детерминированным хаосом

## 9.7 Интеллектуальные практики объяснения и обоснования

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРАКТИКИ ОБЪЯСНЕНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ

Объяснение и понимание – две стороны не только реальной ситуации диалога в непосредственном или опосредованном (через публикации) общении, но и мысленного диалога, протекающего в вопросно-ответной форме.

Социальная функция объяснения - развитие знания (как научного, так и вненаучного).

Субъективное значение объяснения – создание контекста, обеспечивающего движение мысли.

- При этом важен не только общий язык, который строится на основе математического аппарата, но также общий интеллектуальный уровень и общий контекст мысленного действия, позволяющий найти общую точку зрения, а также логические нормы, регулирующие процесс взаимопонимания.
- Несмотря на то, внутренний (мысленный) и внешний диалог определен общими нормами речи, процесс объяснения всегда составляет экзистенциальную и коммуникативную проблему. Рационально выстроенное объяснение не всегда достигает цели, сталкиваясь с непониманием.

В науке процедура объяснения представляет собой рациональный способ взаимопонимания, отвлеченный от эмоционально-аффективного состояния. Благодаря четко выраженной верbalной форме, объяснение является

- фактором развития индивидуального интеллектуального опыта, активизируя знания,
- фактором развития науки, поскольку научное знание утверждается в процессе общения, одной из форм которого предстает обоснование.

Однако объяснение и обоснование далеко не всегда приводят в результате к убеждению. В человеческой практике познания это расхождение определено двумя факторами:

- - различием стандартов (критериев) рациональности (в частности, форм обоснования), характерных для разных исторических эпох, социальных слоев (этносов, наций, культур) и групп (классовых, возрастных);
- - иррациональностью человеческого поведения, что связано с неосознаваемостью мотивов, установок, побуждений, интенций.

## 9.8 Форма научного обоснования

### ФОРМА НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**  
**ФОРМЫ  
ОБОСНОВАНИЯ.  
ФОРМЫ РАЗВИТИЯ  
НАУЧНОГО ЗНАНИЯ.  
ПРАКТИКА  
ОБОСНОВАНИЯ  
ПРОБЛЕМЫ.  
КРИТЕРИИ  
ОБОСНОВАННОСТИ  
ГИПОТЕЗ В  
ЕСТЕСТВОЗНАНИИ.  
(СМ. ЛЕКЦИЯ 8)**

#### Практика научного обоснования включает

- Концептуальное обоснование проблем и гипотез на мировоззренческом уровне – на соответствие признанной научной картине мира
- Теоретическое обоснование на соответствие языку и базовой теории (логическая форма обоснования)
- Эмпирическое обоснование (фактическая форма обоснования – наблюдение, эксперимент)

#### Методологические принципы –

- Познавательные установки которые задают идеалы и нормы исследования в соответствии с научной картиной мира и дисциплинарной теорией.
- Предписательный характер методологического принципа (например, системность) определен необходимостью семантической связи общего массива знания в науке.
  - Для естествознания таким основанием, например, является принцип материальности мира, объективность пространства и времени.

## 9.9 Логика объяснения

### ЛОГИКА ОБЪЯСНЕНИЯ

#### Процедура объяснения в познавательной деятельности

- связана с трансляцией знания и его актуализацией в конкретном исследовании.
- состоит в следовании сложившимся социокультурным моделям рационального действия, помогающим человеку организовать свою мыслительную деятельность и актуализировать знания.

**Рациональные модели объяснения** направлены на эффективность процесса обоснования, целью которого является убеждение в собственной правоте себя и своих оппонентов.

Наиболее известна и признана **дедуктивная модель объяснения**, логика которой ориентирует на раскрытие причинно-следственных связей, использование универсальных законов совместно с конкретными наличными условиями.

- Результатом и целью объяснения вступает выявление зависимостей, позволяющих прогнозировать течение события (или поведение объекта).
- Само объяснение, дающее концептуальную картину относительно события, выступает в качестве гипотезы, подтверждаемой или не подтверждаемой фактами.
- Объясняющая функция гипотезы заключается в сведении накопленного эмпирического материала, множества разрозненных фактов в единый контекст.

В рамках **дедуктивной схемы рассуждения** можно выделить **рациональные модели объяснения**, в зависимости от характера исследуемых связей: **генетическую, структурную, функциональную**

- В **генетических моделях** выделяются зависимости в отношении порождения явления,
- В **структурных моделях** выявляются закономерности, уточняющие отношение целого и его частей, а также характер и состав главных структур объясняемого явления,
- В **функциональных моделях** исследуется уровень взаимосвязи структур, явлений, событий.
  - Частным случаем функциональной модели выступает инструментальная модель объяснения, предполагающая выявление действия неизвестного фактора и сведение его к известному.

**Индуктивная (статистическая) модель объяснения** оперирует эмпирическими фактами и отношениями, массовыми событиями, используя средства теории вероятности.

- Знание, полученное по схеме статистического объяснения всегда имеют вероятностный характер.

## ЛОГИКА ОБЪЯСНЕНИЯ

### Интенциональные модели объяснения

Телеологическая модель объяснения ориентирует на выявление конечной цели (*causa finalis*) или главного импульса события, которые делают понятными, эмпирически наблюдаемые факты.

- Логика объяснения в этой модели представлена «практическим выводом», в котором сопоставляются желаемый результат (цель), средства достижения цели и возможные ограничения, а заключение представляет собой описание действия.

### Нarrативная модель объяснения предполагает рассказ о событии.

- Не выявляя четких структурных или концептуальных связей, рассказ, тем не менее, выступает объясняющим нарративом – повествованием (описанием), указывающим на условия совершения события.
- Нарратив дает представление о контексте, благодаря которому снимается внезапность события, его кажущаяся неожиданность.
- Однако просто контекстная – без дальнейших уточнений – модель недостаточна для понимания. Необходим более широкий контекст, позволяющий выделить более существенные особенности явления или события.

Метафорическая логика объяснения связана с одновременным выделением сходства и различия ситуаций, тождественности и противоположности характеристик.

В качестве рассуждения в данном случае используется аналогия, которая спонтанно включает непосредственный (интуитивный) механизм понимания.

- Например, метафора театра в качестве модели объяснения работы сознания известна со времен Платона.
- В современных представлениях эта модель опирается на понятие глобального рабочего пространства ментальной активности, в которой сознание занимает центральное место, подобно сцене в театре.
  - Образ театра выступает способом описания потока информации в сознании. Включение прожектора на сцене можно сравнить с включением внимания, вводящего в сознание какое-то событие, требующее понимания. Актерами на сцене выступают органы чувств. Тень от прожектора соотносится с фоновым контекстом (краевым сознанием). Роль декораторов, работающих за кулисами и влияющих на работу сознания – с бессознательным фоном, содержащим ожидания определенной языковой или смысловой структуры (предпонимание), устойчивые представления о человеке и его действиях (архетипы). Метафора театра применима и как модель коммуникации.

**Примером метафорического объяснения может служить «компьютерная метафора», представляющая фундаментальную позицию в междисциплинарной области когнитивных исследований.**

- Ее содержание составляет положение о тождестве процессов мышления и переработки информации. Человеческий мозг трактуется как сложная информационная машина (компьютер), Вселенная в ее основания как сверхкомпьютер. Сущность человеческого интеллекта связывается с логическими операциями.

## 9.10 Логика понимания

### ЛОГИКА ПОНИМАНИЯ

Интеллектуальная практика понимания также как и практика объяснения связана с рациональной схемой, порождающей мысль.

В «дедуктивной схеме» путь понимания лежит через логический, семантический анализ.

- На текущую ситуацию (или текст) налагаются категориальные структуры, определяющие значимое содержание.
- Процесс понимания связан с воспроизведением сконструированной категориальной структуры.
- В рамках этой схемы понимания разработаны: контент-анализ и метод координат смысла (Ч.Осгуд), предполагающий три главные координаты: оценку, силу, активность.

В «индуктивной схеме» логика понимания предполагает анализ языковой структуры сообщения, ее систематизацию и сопоставление с соответствующей структурой адресата.

- В рамках этой схемы развит тезаурусный подход, в котором понимание трактуется как степень изменения системы знаний получателя информации (тезаурус – греч. запас).
- Такой подход позволяет объединить структуру сообщения и структуру сознания участников коммуникации, которые выступают фильтрами («тезаурусами») поступающей информации.
- Эта схема подчеркивает, что понимание связано с обогащением ресурса знаний и представлений, узнаванием новых фактов и установлением новых связей между известными фактами.

В дедуктивной и индуктивной логике понимания необходимо достижение смыслового сопряжения участников коммуникации. В психологии общения эта установка выражена в трактовке понимания как выравнивания информационных потенциалов взаимодействующих субъектов.

- Под выравниванием понимается не только выравнивание объемов имеющихся сведений, но и эмоциональных напряжений, связанных с нехваткой или избытком сведений, отсутствием общих критериев оценки информации.
- Таким образом, индуктивная и дедуктивная логика понимания ограничивает человека тем, что дано понять в рамках данного тезауруса или категориальной структуры, не учитывая избирательности процесса понимания не только в коммуникативном выборе, но и в плане усвоения информации. Каждый понимает по-своему и не столько то, «что дано», сколько то, «что мне нужно понять».

## 9.11 Методология развития естественнонаучного знания

### МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕВНОНАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Методологические принципы формируются на трех уровнях.

**На мировоззренческом уровне** формируется гносеологический принцип, фиксирующий характер причинной связи и указывающий на общий подход к исследованию явлений. В рамках мировоззренческой установки (проясняющей, как устроен мир) гносеологический принцип указывает, как сформировать первичное представление об объекте исследования.

- Например, различие в мировоззренческих установках Средневековья и Нового времени определяли и различие познавательных принципов. Если мир создан Богом, един и один, то он должен подчиняться провидению. Отсюда следует телеологический принцип в подходе к явлениям: конечная причина - в Божьей воле.
- В Новое время признаются два основания мира – природное и божественное. С одной стороны, в мире действуют законы природы, познаваемые людьми. С другой стороны, первоначальная данность пространства и времени представляет реальность иного рода. Абсолютность пространства признается как некое Богом данное вместеище, в котором разворачиваются природные процессы, сводимые к принципу внешнего (механического) взаимодействия. Гносеологический принцип натурафилософии Нового времени – механистический детерминизм - определял познавательную стратегию в естествознании до 20в.

**На теоретическом уровне** формируются методологические принципы конкретной теории, направляющие исследовательские программы (например, аналитический, генетический, структурный, функциональный, системный).

**На эмпирическом уровне** методологические принципы выражены в нормах конкретных познавательных ситуаций и действий, таких как созерцание, наблюдение, эксперимент, моделирование.

Конкретные науки вырабатывают свою методологию, связь которой с мировоззренческим, философско-методологическим уровнем неочевидна и присутствует обычно неявно - как само собой разумеющееся основание, которое принимается без обсуждения.

- Для естествознания таким основанием, например, является материальность мира, объективность пространства и времени. Иногда мировоззренческий контекст вовсе игнорируется (как не имеющий ценности для позитивной науки). Однако интуитивное ощущение, что некоторые идеи носятся в воздухе, сопоставление познавательного (гносеологического) принципа культурной эпохи с развитием конкретных теорий в специальных областях знания, свидетельствуют о наличии такой связи.

## 9.12 Представление о продуктивном мышлении

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПРОДУКТИВНОМ МЫШЛЕНИИ

Методы активизации поиска решения – процедуры, помогающие найти варианты возможного решения.

- В древности такими методами служили, опора на совет старейшин, которая помогала актуализировать индивидуальный и общественный опыт, подобрать аналогию («как уже было»); опора на совет шамана (астролога, гадалки), указывающий путь; опора на внутренние духовные силы (опыт медитации в традициях Востока).

**Метод проб и ошибок –**

- Самый старый стихийно сложившийся метод на основе **перебора вариантов**
- Опыт и знания исследователя позволяют избежать нелепых идей, однако процедура перебора всех возможных вариантов малоэффективна даже для решения простых задач.

**Его противоположностью выступает - случайное открытие.**

- Химический способ очистки тканей был открыт в тот момент, когда Мариле вынул из бочки со скрипидаром случайно упавший туда костюм и обнаружил, что на нем нет пятен.
- Однако на случай наталкиваются те, кто его заслуживает (Лагранж) или те, кто все делает для того, чтобы на него натолкнуться (Пастер).

**Поиск на основе проб и ошибок помог человеку создать мир техники. Но метод, служивший человечеству 1000 лет, исчерпал себя уже к концу XIX в.**

**Темпы развития науки и техники в XX в., лавинные потоки информации создали глубокое противоречие между технологией творчества, основанной на методе проб и ошибок, и требованиями технического прогресса.**

**Переход к более эффективным методам творческой деятельности на ранних этапах имел целью усовершенствовать метод проб и ошибок.**

## 9.13 Методы активизации поиска решения

### МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ПОИСКА РЕШЕНИЯ

Метод контрольных вопросов -

Систематизация проблемного поля, которая призвана найти подсказку в поиске решения, играет роль эвристики

С 20-х гг. XXв. различные авторы предлагали списки контрольных вопросов.

Наиболее известен список А.Осборна, содержащий 9 групп вопросов.

- 1. Какое новое применение объекту можно предложить?
- 2. Можно ли объект упростить?
- 3. Какие возможны модификации объекта?
- 4. Что можно уменьшить в объекте?
- 5. Что можно увеличить в объекте?
- 6. Что можно заменить?
- 7. Что можно преобразовать?
- 8. Что можно перевернуть наоборот?
- 9. Какие возможны комбинации между элементами объекта?

## МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ПОИСКА РЕШЕНИЯ

Метод морфологического анализа -

Цель: охватить все возможные варианты решений, вытекающих из закономерностей строения исследуемого объекта, выйти в новые зоны поиска, далекие от очевидных.

Последовательность операций метода:

1. Сформулировать проблему.
2. Составить перечень основных характеристик объекта.
3. Перечислить все возможные изменения каждой характеристики.
4. Комбинируя все возможные сочетания характеристик, рассмотреть варианты решения.
5. Проанализировать наиболее приемлемые варианты.
6. Отобрать лучшие с точки зрения реализуемости.

Множество возможных сочетаний характеристик наглядно представляется в морфологической двумерной таблице (например: форма – емкость) или в виде многомерных матриц.

Главная трудность метода состоит в анализе множества сочетаний, которое может стремиться к бесконечности.

Метод морфологического анализа, расширяя поле поиска, не дает универсального способа оценки вариантов сочетаний параметров.

## МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ПОИСКА РЕШЕНИЯ

*Метод универсальных таблиц (фантограмм),  
Предложен Г.С. Альтшуллером, представляет собой  
усовершенствование метода морфологического  
анализа.*

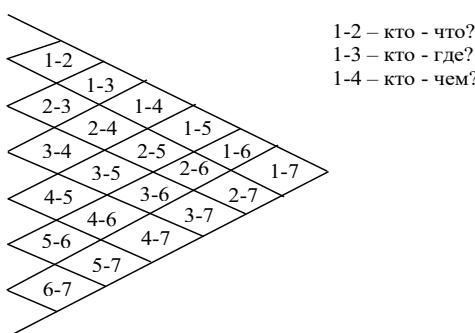
**Универсальная таблица не стремится к бесконечности,  
поскольку исследователь обычно выбирает лишь  
некоторые универсальные характеристики и способы  
их изменения. 60-70% сочетаний такой таблицы имеют  
определенный практический смысл.**

Универсальные характеристики	Возможные способы изменения универсальных характеристик				
	Уменьшить	Увеличить	Объединить – разъединить	Ускорить- замедлить	Вперед- назад
Цель, смысл назначение,					
Направление развития					
Способы передвижения					
Вид энергопитания					

## 9.14 Матрица идей Г.Буша

*Матрица двусторонних отношений*

Кто	Субъект
Что	Объект
Где	Место
Чем	Средство
Зачем	Цель
Как	Метод
Когда	Время



**Применение матриц для поиска идей – один из наиболее эффективных приемов систематической эвристики. При умелом подходе с помощью матриц удается перекрыть все поле возможных решений.**

**Матрица идей Г.Буша –**

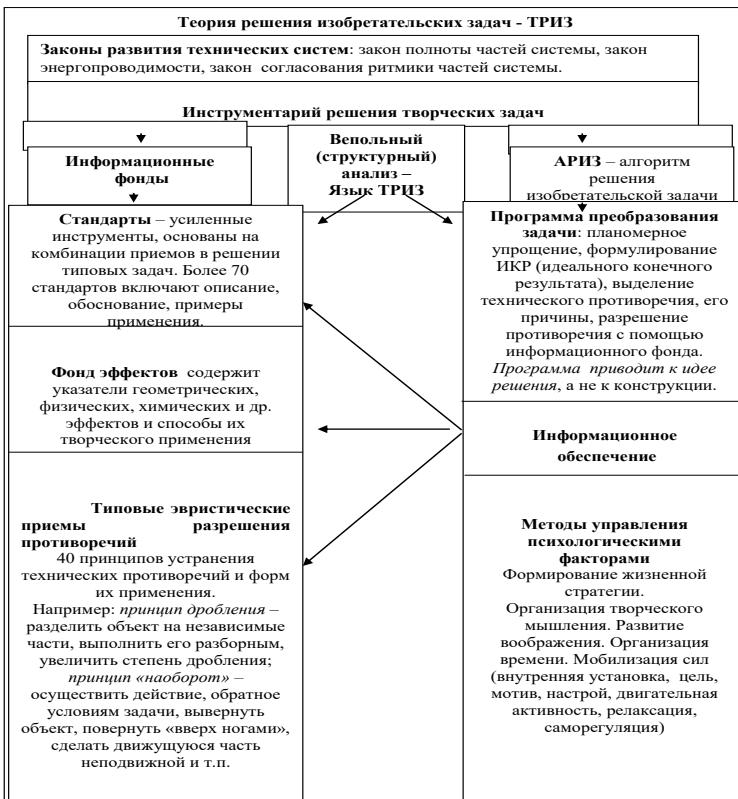
**метод анализа проблемной ситуации и определения поля поиска.**

**Основная операция – построение матрицы двусторонних отношений.**

- Еще в I в. до н.э. римский ритор Квинтилиан определил семь ключевых вопросов, ответ на которые дают полную информацию о событии: кто? – что? – где? – чем? – зачем? – как? – когда? При дефиците информации, характерном для проблемной ситуации, наибольшую информацию и эвристическую подсказку можно извлечь из комбинирования прямых вопросов.

## 9.15 Интенсивные эвристические методы ТРИЗ

### Система методов ТРИЗ



### Интенсивные эвристические методы ТРИЗ

Цель - поиск идеи как идеального конечного результата, способного разрешить противоречие проблемной ситуации.

Основной опорой при этом служат :

- Законы развития технических систем,
- Венгерский анализ (моделирование взаимодействий и превращений в системах связей поле-вещество).

В отличие от представленных выше методов, расширяющих поле возможных решений, система методов выявления и разрешения технических противоречий Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) направляет человека на поиск одного или нескольких сильных решений.

Принципиальное отличие ТРИЗ состоит не в формализации отдельных эвристических приемов, а в создании метода (алгоритма) получения изобретательских идей, создании принципов, применение которых приводит к ряду оригинальных технических решений.

## 9.16 Психологические методы активизации творчества

### ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ТВОРЧЕСТВА

**а) Ассоциативный метод опирается на свойство мозга устанавливать связи между значениями и смыслами, запоминать, восстанавливать эти связи.**

- С точки зрения эвристической технологии наибольший интерес представляют далекие ассоциации, приводящие к оригинальной идеи решения. Например, цепочка ассоциаций со словом «вокзал»: вагон, электровоз, поездка к морю, волны, пена, свойства пены, биологическая активность, поверхностная пленка. Генерирование свободных ассоциаций в той или иной мере использует большинство практических методик поиска решения в технике. Советский изобретатель Г.Буш предложил алгоритм стратегии поиска в виде гирлянд ассоциаций.

**б) Аналогии – прием, который применяется сознательно, чтобы вызвать ассоциации.**

**в) Мозговой штурм предложен А.Осборном в 30-40 гг. (США) с целью получить как можно больше предложений по решаемой проблеме за короткий срок.**

- Для этого формируются две независимые группы: «генераторы идей», «эксперты».
- Первая группа (6-15 чел.) работает в течение 30-50 минут в режиме запрета на критику любого высказанного предложения. Единственное требование к высказываемому – краткость.
- Удается набрать до 150 идей, из которых 10-15% не лишены смысла. Группа экспертов рассматривает и отбирает предложенные идеи решения проблемы.

Процесс коллективного мозгового штурма активизирует умственную деятельность, способствует рождению идей и после заседания.

Эффективен в плане творческих находок:

идеи, высказанные в последующие дни содержательно более ценные.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ТВОРЧЕСТВА

г) Синектика (с греч. – объединение разнородных элементов) – развитие метода мозгового штурма, предложенное В.Дж.Гордоном в 50 г. и усовершенствованное Д.М.Принсом (США).

- В этом случае поиск ведет специально подобранный группа синекторов, имеющих разные специальности. При этом используется арсенал аналогий и разрешается критика вносимых предложений. Для работы в группе предусматривается предварительное обучение по запатентованной методике.

**Главный элемент в синектике – программа поиска, которая реализуется в ходе заседаний. Программа включает:**

- уяснение задачи, как она предложена заказчиком;
- формулирование проблемы («как она дана»);
- анализ и уточнение проблемы, формулировка «как она понимается»;
- генерирование идей, активизация с помощью аналогий: прямой, личностной (вживание в образ, эмпатия), символической (краткое описание, метафора), фантастической (описание задачи в иносказательных, сказочных терминах);
- увязывание идеи с проблемой, как она дана и как она представляется, - основа поиска решения; наиболее ценную идею максимально развиваются и конкретизируются.

**Методический прием синектики – концентрация поисковой деятельности на проблеме в течение длительного времени Синектические заседания делятся несколько часов.**

- Синектические заседания делятся несколько часов.
- В остальное время синекторы заняты анализом полученной информации, консультациями со специалистами, проверкой версий решения.
- Большое внимание уделяется многократному прослушиванию записей заседаний.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ТВОРЧЕСТВА

### д) Комбинации представленных выше методов :

**Метод коллективного блокнота** (в течение определенного времени каждый член исследовательской группы заносит свои соображения в блокнот, руководитель обобщает идеи, результаты обсуждаются в группе);

**Метод каталога** (берется произвольное слово из книги, каталога, с которым связывается объект исследования);

**Метод музеиного эксперимента** (развитие синектики). – посещение музея истории техники и письменная реконструкция возможного хода мысли древнего изобретателя в терминах его времени.

- Метод опирается на цикличность прогресса техники: однажды найденное решение входит в золотой фонд технического творчества, к которому человек периодически возвращается на новом уровне.
- Изучение исторических памятников способствует активизации поиска. Особый интерес представляют не получившие широкого внедрения идеи.
  - Не мало изобретений в истории науки и техники сделано на основе древних технических решений. Например, громоотвод (Франклин) был известен в Древнем Египте.

## 9.17 Проблема самоорганизации в продуктивной деятельности



### Проблема самоорганизации в продуктивной деятельности

**Универсальных правил разрешения этой проблемы нет, все зависит от индивидуальных качеств человека. Поэтому творческому научному работнику нужно знать себя и уметь собою управлять.**

**Здоровье, физическое и психическое равновесие – необходимое условие продуктивной работы.**

**В системе научной коммуникации важным инструментом самоорганизации является оценка полученного результата, которую дает сам исследователь и научное сообщество.**

**В этом плане важно избегать возможных ошибок.**

## 10 Лекция 18.03.2024 (Шипунова О.Д.)

### 10.1 История классической системы естествознания

# ЛЕКЦИЯ 10 ТЕМА: ИСТОРИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Мировоззренческие и методологические принципы классического экспериментального естествознания.

Философские и теоретические основания химии как предметной области естествознания

## СОДЕРЖАНИЕ

- Краткая история естествознания
- Мировоззренческие и методологические принципы классического экспериментального естествознания
- Математика и естествознание
- Проблемы естествознания XVIIIв.
- Философские и теоретические основания химии как предметной области естествознания

## 10.2 Краткая история естественнонаучных дисциплин

### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВЕНОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

- В античном мире оформляется математика.
- В XVII в. возникает механика, с которой ведет свою историю точное экспериментальное естествознание.
- В XIX в. оформляются дисциплины: Физика, Биология, Химия как области точного экспериментального естествознания.
- В начале XX в. на базе физики складывается теоретическое естествознание - комплекс наук о природе, а также теоретическая биология и психология.
- Во второй половине XX в. возникают науки о сложных системах - кибернетика, синергетика.

## 10.3 Натурфилософия – первая система естествознания

### НАТУРФИЛОСОФИЯ - ПЕРВАЯ СИСТЕМА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

- ◉ Натурфилософия (*natura* – лат. природа, философия природы) возникла в античном мире (VII в. до н.э.) как система знаний о естественных причинах природных явлений.
  - От практических знаний, которые в те времена давала математика, астрономия (астрология), знахарство, ее отличало умозрительное толкование природы, в котором на основании положения о строении мира подчеркивалось единство явлений природы и ее целостность.
  - Проблема структурных уровней материального мира, которую выявила натурфилософия, характерна для фундаментальной науки и в наше время.

## 10.4 Краткая история натурфилософии как системы естествознания

### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ НАТУРФИЛОСОФИИ КАК СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

- Натурфилософия, начавшись в Древней Греции в эпоху «семи мудрецов», завершается в XVII в. вместе с созданием классической механики И.Ньютона.
- Свой главный труд Ньютон назвал «Математические начала натуральной философии».
- Далее в истории человеческой мысли пути философии и естествознания расходятся.
  - Если до сих пор картина мира формировалась в единой натурфилософии, то, начиная с XVII-XVIII вв., научная и философская картины мира не совпадают.
- Первая научная картина мира строится на основе классической механики Ньютона и сложившегося в XVIII в. точного экспериментального естествознания, которое вводит новые методы получения знания.

## 10.5 Направления научной мысли в XVII в.

### НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ МЫСЛИ В XVII В.

- ⦿ Разработка теоретических схем естествознания.
- ⦿ Математическое представление физических процессах и эксперимент.
- ⦿ Образец применения теоретического знания в создании материальных конструкций, дали работы Х.Гюйгенса (1629-1695).
- ⦿ Главный вклад Гюйгенса инженерную область знания
  - Создание теории математического маятника (на основе принципа механики Галилея)
  - Конструктивное использование теории маятника в решении технических задач - создании часовогого механизма и морского хронометра.
    - Часы Гюйгенса - воплощенная теория, первый аппарат, конструкция которого основана на законах науки.

## 10.6 Разработка математических методов описания физических движений

### РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

- ◉ Р. Декарт (1596-1650) ввел символику, позволившую свести геометрическую интерпретацию движений к арифметическим операциям сложения, умножения, деления.
  - Главная идея Декарта заключалась в утверждении однозначного соответствия поля вещественных чисел и поля прямолинейных отрезков.
- ◉ Аналитическая геометрия Декарта
  - устанавливала связь между линиями на плоскости и алгебраическими уравнениями с двумя неизвестными,
  - что позволило совершать численные операции не только с отрезками прямой, но и с геометрическими фигурами, а также представленными геометрически движениями в физическом трехмерном пространстве.
- ◉ Вклад Декарта в физику и математику
  - Новые понятия переменной величины и функции в соотнесении с реальными физическими движениями
- ◉ Разрабатывая аналитическую геометрию, Декарт вводит физический принцип движения в математику

## 10.7 Натурфилософия Рене Декарта – Картезианская физика

### НАТУРФИЛОСОФИЯ РЕНЕ ДЕКАРТА - КАРТЕЗИАНСКАЯ ФИЗИКА

- Декарт сводил физические явления к относительному перемещению тел, подобно Аристотелю отвергал пустоту, утверждая, что взаимодействие осуществляется только через механический контакт (принцип близкодействия).
- Учение Декарта о природе получило название *Картезианской физики*.
  - В ее основании легли не только упомянутый принцип относительности перемещения и взаимодействия, но также космогоническая концепция о естественном происхождении и развитии Солнечной системы, которое обусловлено только свойствами материи и движением ее разнородных частиц.
- Космогоническая гипотеза Декарта известна как *Теория вихрей*.
  - В ней предполагалось наличие во Вселенной материального круга (или кольца) одновременно и совместно движущихся тел.
  - Вселенная, согласно Декарту, имеет три области: первая – вихрь вокруг Солнца, вторая – вихри вокруг звезд, третья – все, что находится вне первых двух областей. Земля вместе со своим вихрем движется по орбите вокруг Солнца, вращаясь вокруг своей оси.
- В картезианской физике мир представлял в виде абстрактно-геометрической (протяженной) реальности, распространение и движение которой не имеет предела (что противоречило средневековому представлению о конечности мира), и которая не имеет пустот (везде материя=протяженность=пространство), поэтому бесконечно делима (что противоречило античному атомизму, а в последствии классической механике Ньютона).

## 10.8 Принцип психофизического дуализма Декарта

### ПРИНЦИП ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ДУАЛИЗМА ДЕКАРТА

- ◉ В физиологии Декарт ввел понятие рефлекса, установив рефлекторную схему двигательных реакций (*безусловный рефлекс* в современной физиологии).
  - Тело человека он рассматривал как сложный механизм, состоящий из материальных (протяженных) элементов и способный совершать сложные движения, вследствие механического воздействия на него окружающих предметов.
- ◉ Декарт стремился объяснить движения души человека как физик, полагая, что к автоматическим движениям (двигательным рефлексам), у человека, в отличие от животного, к телу присоединяется сознательная жизнь души.
  - Позиция Декарта в отношении естественнонаучного объяснения природы человека получила название психофизического дуализма, поскольку в душе (сознании) человека нет ничего от протяженности, а в жизни тела нет никакой души, только законы кровообращения.
  - В природном ряду человек - мыслящее животное (*animal rationalis*)
  - Сущность человека выражена Декартом в формуле cogito ergo sum (мыслю, следовательно существую)
  - Способность мыслить Декарт объяснял Божественным провидением - интеллектуальной интуицией

## 10.9 Натурфилософия И. Ньютона

### НАТУРФИЛОСОФИЯ И. НЬЮТОНА

- В натурфилософии Ньютон решает проблему физического обоснования гелиоцентрической системы Коперника - Галилея - Кеплера
- Ньютон рассматривал пространство и время как самостоятельные реальности, не влияющие друг на друга и не зависящие от материального мира и его движения.
- Ньютон выделил два рода пространства и времени: абсолютное и относительное.
  - *Абсолютное пространство* по своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, всегда остается одинаковым и неподвижным. Предстает неким всемилицем, где происходят мировые события.
  - *Относительное пространство* – это трехмерное пространство, которое характеризуется рядоположенностью и мерой, определяется нашими чувствами по положению относительно некоторых тел.
    - В обыденной жизни именно это трехмерное пространство принимается за неподвижное пространство.
- *Абсолютное время*, истинно математическое время по своей сущности безотносительно к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью.
- *Относительное время*, кажущееся или обыденное время есть точная или изменчивая, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, постигаемая чувствами, как-то: час, день, месяц, год.

## 10.10 Классическая механика И. Ньютона

### КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И. НЬЮТОНА

- ◉ Ньютоновская механика обобщила законы таких видов механического движения как колебания маятника, свободное падение тел, движение тел по наклонной плоскости, по окружности, движение планет (законы Кеплера).
  - Ньютон определял построенную им теорию как рациональную механику, «учение о движениях, производимых какими бы то ни было силами, и о силах, требуемых для производства каких бы то ни было движений, точно изложенное и доказанное».
- ◉ «Закон I. Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние.
- ◉ Закон II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.
- ◉ Закон III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействие двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны».
  - Первый и второй законы уже использовал Галилей, обобщенная формулировка и ряд важных следствий принадлежит Ньютону.
- ◉ Закон всемирного тяготения. Любые два тела притягиваются друг к другу прямо пропорционально своей массе и обратно пропорциональной квадрат расстояния между ними.
  - Этот закон, также как и закон инерции Галилея, не очевиден, требовал мысленного эксперимента.
  - До Ньютона ученые обращали внимание на притягательную силу Солнца, но дать математическое доказательство того, что эта сила управляет движением планет, смог только И. Ньютон.
  - Он отождествил природу этой силы с земным притяжением и сформулировал закон всемирного тяготения.

## 10.11 Два принципа взаимодействия в описании движений – Ньютоновская и Картезианская физика

### ДВА ПРИНЦИПА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОПИСАНИИ ДВИЖЕНИЙ – НЬЮТОНОВСКАЯ И КАРТЕЗИАНСКАЯ ФИЗИКА

- Система взглядов Ньютона в европейской культуре и науке получили название классической механики.
  - Ее установки и принципы надолго определили развитие естествознания.
- Физические теории вплоть до начала ХХв. развивались на основе
  - Ньютоновского представления о независимости пространства и времени от материи и друг от друга
  - Принципа дальнодействия, согласно которому сила передается мгновенно и независимо от расстояний и среды.
- Именно допущение сил тяготения, передающихся мгновенно на любые расстояния независимо от среды (и в пустоте), предполагающих непонятное действие, стало объектом критики Ньютона уже XVII-XVIII вв.

## 10.12 Мировоззренческие принципы точного экспериментального естествознания

### МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ТОЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

- **Субстанциальная концепция пространства и времени**
- Пространство, время и материя, состоящая из корпускул (т.е. имеющая дискретную, атомарную природу), существуют как независимые, не влияющие друг на друга субстанции.
- **Пространство** понимается в абсолютном значении - как вместилище мира и в относительном - как реальное трехмерное пространство, которое можно измерить и представить формально (математически) в декартовых координатах.
  - Свойствами пространства выступают: протяженность, однородность, непрерывность.
- **Время** также понимается двояко: в абсолютном значении - как абсолютное начало (чистая длительность) и в реальном значении - как течение событий.
  - Свойствами времени выступают: длительность, непрерывность, однородность (время везде одинаково), необратимость (как однозначность и направленность причинной связи).
- **Реальное пространство и реальное время** обладают определенной размерностью.
  - Пространство имеет 3 измерения, исчисляется в метрах или других соотносительных единицах.
  - Реальное время имеет одно измерение, исчисляется в секундах или других соотносительных единицах.

## 10.13 Методологические принципы точного экспериментального естествознания

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ТОЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

#### ◎ *Принцип инвариантности законов природы.*

- Согласно этому принципу, законы природы, сформулированные в виде законов механики, не изменяются с течением времени, выступают отражением однородности времени.
- Законы природы не зависят также от изменения системы отсчета (покоящейся или равномерно движущейся), от переноса ее или сдвига (поворота).
- Это значит, что все явления в замкнутой физической системе будут происходить одинаково независимо от того, перенесена ли она в другое место или как целое повернута на некоторый угол.

#### ◎ *Принцип симметрии законов природы.*

- который следует из однородности пространства (равноправие всех точек) и его изотропности (равноправие всех направлений).

#### ◎ *Универсальность принципа дальнодействия,*

- согласно которому действие сил на тело передается мгновенно,
- промежуточная среда не влияет на действие силы, которая может действовать и в пустоте (как сила тяжести).

## 10.14 Принцип механической редукции

### ПРИНЦИП МЕХАНИЧЕСКОЙ РЕДУКЦИИ

- В качестве основы всех наблюдаемых природных явлений полагается только механическое взаимодействие тел.
- Любое движение рассматривается как перемещение тел в трехмерном пространстве с течением времени.
- Механистический детерминизм (от лат. determino - определяю) - главный методологический принцип точного экспериментального естествознания
  - Представление о жесткой причинной связи событий, которая отождествляется с природной необходимостью, закономерностью.
    - Полагается, что причины всех наблюдаемых явлений могут быть описаны строго и однозначно законами механики.
    - Причина может быть всегда вычислена с помощью математики, а любое событие - точно спрогнозировано.

## 10.15 Принцип детерминизма

### ПРИНЦИП ДЕТЕРМИНИЗМА

- ◉ В классической форме **механистический детерминизм** был развит французским ученым П. Лапласом (1749-1827),
  - который видел в небесной механике Ньютона образец завершенного и окончательного научного знания.
  - В своем «Трактате о небесной механике» Лаплас показал, что закон всемирного тяготения Ньютона при учете взаимных возмущений планет полностью объясняет их наблюдаемое движение.
- ◉ Лапласовская формулировка причинной связи подчеркивала абсолютную строгость предсказания любого природного явления:
  - если бы существовал ум, осведомленный в данный момент обо всех силах природы в точках приложения этих сил, то не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно; и будущее также как и прошедшее предстало бы перед его взором.
  - Такая позиция получила название **лапласовский детерминизм**,
    - в современной науке: **динамический (силовой) детерминизм**
    - В истории науки ему соответствуют метафора: **Демон Лапласа**

## 10.16 Оформление классической системы естествознания в XVIII в.

### ОФОРМЛЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В XVIII В.

- ◉ Утверждается социальный статус академической науки как особой сферы деятельности.
  - Ведущие центры - Парижская, Берлинская и Петербургская Академии наук.
  - Петербургский академик Леонард Эйлер (1707-1783) систематизирует все достижения математики, развивает аналитические методы в приложении к ньютоновской динамике материальной точки.
    - Его книга «Механика, или наука о движении, изложенная аналитически» оказала влияние на умы математиков, работавших на рубеже XVIII-XIX вв., в частности, на создателей математического анализа Жозефа Лагранжа (1736-1813), Карла Гаусса (1777-1855), Пьера Лапласа (1749-1821), имела существенное значение для оформления точного экспериментального естествознания в классическом виде.
- ◉ В XVIII в. возникают отдельные дисциплины прикладной механики:
  - механика жидкостей (гидравлика и гидромеханика),
  - математически разрабатывается теория упругости,
  - теория гидравлических двигателей и паровых машин,
  - закладываются основы термодинамики.
- ◉ Самой сложной, неподдающейся формальным средствам классической механики проблемой в физике XVIII столетия выступает объяснение природы тепла и механизма теплопередачи.

## 10.17 Математика и естествознание в XVIII в.

### МАТЕМАТИКА И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ В XVIII В.

- ◉ Аналитическая механика - Фундаментальная теория исследований физических явлений в XVIII в., на основе которой развиваются дисциплины:
  - гидродинамика, теория упругости, аэродинамика.
- ◉ Универсальное значение аналитической механике придает **принцип наименьшего действия**, сформулированный французским математиком, физиком и философом Пьером Мопертюи (1698-1759), который после посещения Англии в 1728г. стал одним из наиболее энергичных защитников идей Ньютона в континентальной Европе.
  - Считая, что декартовский принцип сохранения количества движения, а также и закон «сохранения живой силы» Лейбница не могут объяснить все явления природы и, обратившись к механике Ньютона, он **ввел понятие действия**, которое оказалось очень конструктивным в силу своей универсальности, и сформулировал принцип наименее экономного (в этом смысле – наименьшего) действия: «когда происходит в природе какое-либо изменение, то количество движения, употребленное для этого изменения, всегда является наименьшим из возможных».
- ◉ **Принцип наименьшего действия** был развит в работах Эйлера и Лагранжа и стал основой нового вариационного исчисления в математике.
  - Наиболее обобщенную и завершенную форму ему придал Гамильтон. С тех пор принцип наименьшего действия рассматривается в качестве фундаментального принципа объяснения не только механического, но и любого физического явления.

## 10.18 Вариационный принцип Лагранжа-Гамильтона

### ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП ЛАГРАНЖА - ГАМИЛЬТОНА

- ◉ В работе Лапласа «Аналитическая теория вероятностей» впервые была представлена методика вероятностного подхода к физическим проблемам.
  - Но все же в качестве введения Лаплас предположил «Опыт философии теории вероятностей», где сформулировал принцип механистического детерминизма, который он рассматривал как методологический принцип построения всякой науки.
- ◉ Вариационный принцип Лагранжа – Гамильтона заключался в том, что реальное движение происходит всегда таким образом, что действие оказывается экстремальным с точки зрения математического описания функции, то есть производная полного действия обращается в нуль (или вариация действия  $\delta A = 0$ ).
  - Используя аппарат математического анализа, таким образом, можно получить уравнения движения частицы (тела), исходя из одного принципа наименьшего действия. Математически минимизация действия в классической механике представлена уравнениями Лагранжа – Эйлера, которые показывают связь этого принципа с законами Ньютона.
- ◉ В конце XIX в. было показано, что уравнения Лагранжа – Эйлера согласуются с уравнениями Максвелла, описывающими электромагнитные взаимодействия, а функция Лагранжа остается неизменной (инвариантной) в преобразованиях движений в абстрактных пространствах большого числа измерений.
  - В начале XX в. на этом основании были объединены сформулированные ранее законы сохранения: закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения момента импульса, закон сохранения электрического заряда. Число законов сохранения в связи с развитием квантовой физики и физики элементарных частиц стало еще больше.

## 10.19 Математика и астрономия XVIII в.

### МАТЕМАТИКА И АСТРОНОМИЯ XVIII В.

- ◉ Стремление к повышению точности наблюдений, улучшению методов и инструментов в области астрономии сделало вычисление, математический, расчет не менее важным методом наряду с наблюдениями и измерениями.
  - Проблемами астрономии в XVIII в. весьма успешно занимаются и математики А. Клеро, Д'Аламбер, П. Лаплас.
  - Их усилиями разработаны математические методы, которые легли позже в основание теоретической астрономии, а в XVIII столетии позволили вычислить массу Земли и Солнца и расстояние между ними, оценить размеры Солнечной системы и расстояние до звезд.
- ◉ Именно в астрономии авторитет науки в это время чрезвычайно высок, по сравнению с авторитетом теологов.
- ◉ Возникает ряд нерелигиозных космогонических концепций, излагаемых в популярной форме трактата об истории неба.
- ◉ Лаплас, основании развития методов небесной механики Ньютона в работе «Изложение системы мира» (1796)
  - математически доказал устойчивость Солнечной системы и ускорение движения Луны,
  - предсказал возможность существования коллапсирующих звезд,
  - выдвинул концепцию о происхождении Солнечной системы из первичной медленно вращающейся туманности, распространявшейся далеко за пределы возникшей позднее Солнечной системы.

## 10.20 Проблемы в естествознании XVIII в.

### ПРОБЛЕМЫ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ XVIII В

- ◉ Стремление все явления объяснить с помощью механических сил вызвало к жизни такие теоретические конструкты как «*флюиды*», «*теплород*», «*эфир*», «*флогистон*», свойства которых связывались учеными с передачей тепла, тяготения, электричеством и магнетизмом.
  - Учение о флюидах восходит к Декарту, который ввел представление о «невесомых жидкостях» (флюидах), заполняющих пространство и обеспечивающих взаимодействие через соприкосновение.
  - Поскольку не удавалось хорошо объяснить все эти явления одним видом флюидов, в естествознании XVII-XVIII вв. укореняются разные сущности, соответствующие разному типу физических явлений.
    - С помощью мифического вещества теплорода объясняются тепловые явления, эфира – световые явления, флогистона – электрические явления, магнетизм объясняется действием магнитных флюидов.
  - Учеными того времени было затрачено много усилий на разработку и постановку экспериментов по обнаружению этих веществ.
    - По мере развития физического знания к началу 20 в. флюиды и прочие абстрактные вещественные сущности были заменены более конструктивными понятиями, адекватно отражающими свойства физической реальности: материи, взаимодействия, пространства и времени.

## 10.21 Открытия в естествознании XVIII в.

### ОТКРЫТИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ XVIII В

- **Природа тепла.** Объяснение тепловых явлений строится на основании представления о некоем вещественном носителе - теплороде
  - В XVIII в. появляются многообразные конструкции термометров. Из существовавших в то время 19 температурных шкал до нашего времени сохранились только три: шкалы Реомюра, Фаренгейта, Цельсия.
  - Опыты А. Лавуазье и П. Лапласа по определению удельной теплоемкости жидких и твердых тел показали зависимость теплоемкости тел от температуры, они пришли к выводу, что природа тепла не связана с переносом вещества теплорода и сформулировали понятие *количества теплоты*.
- **Опыты со статическим электричеством в середине XVIII в. привели к случайному изобретению конденсатора, аккумулирующего электрическую энергию – лейденской банки.**
  - Один из учеников профессора Мушенбрука, которым он рассказывал о своих опытах, ради развлечения решил наполнить электрической материией банку с водой, поскольку вода жидкая, а электрическая материя обладает свойствами жидкости. Он опустил в банку с водой металлический стержень, зарядил его от электрической машины и, решив спустя некоторое время вытащить стержень, испытал сильный удар. Профессор Мушенбрук повторил опыт своего ученика.
    - Лейденский эксперимент аббат Нолле продемонстрировал в Версале в присутствии короля. 180 мушкетеров встали, взявшись за руки, кольцом, крайним аббат предложил дотронуться до электродов лейденской банки, заряженной от электрической машины. Вскрики и неожиданные жесты развеселили короля. Тогда же был произведен и первый опыт со смертельным исходом, когда аббат поставил рядом с заряженной банкой клетку с воробьем.
  - **Бенджамин Франклайн создал в 1746 г. плоский конденсатор.**
    - Ему было 40 лет, когда он случайно попал в Бостоне на популярную лекцию о чудесах электричества. Будучи уже политическим деятелем, дипломатом и богачом, Франклайн купил все оборудование лектора и увез в Филадельфию.
- **Открытие Франклином воздушного электричества, а также изобретение громоотвода стали настоящей сенсацией.**
  - Письма Франклина в Лондонское королевское общество, в которых он сообщал о результатах своих исследований, были опубликованы, затем переведены на французский и немецкий языки.

## 10.22 Гипотезы о природе электрических явлений в XVIII в.

### ГИПОТЕЗЫ О ПРИРОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В XVIII В.

- **Гипотеза Франклина:** электричество - особая невесомая жидкость (флюид), обладающая свойствами взаимного отталкивания частей и притяжения более грубой материи. Он вводит понятие положительно и отрицательного электрического заряда.
- **Гипотеза Джамбатисты Беккариа** (1716-1781) : положительные и отрицательные заряды выступают проявлением разных флюидов, которые существуют в одном и том же теле в равных количествах.
  - Если этот баланс нарушается, появляется электрический эффект.
- **Гипотеза Леонарда Эйлера** - причина электрических явлений не в свойствах мифической жидкости, а в специфических формах движения светоносного эфира
  - сверхтонкая материя эфира создает электрические силы, все известные наблюдаемые явления возникают за счет нарушения равновесия в эфире, вблизи электризуемых тел.
  - Существование эфира не подвергалось сомнению вплоть до начала XX в.
- **М.В. Ломоносов и Г. Рихман** - сторонниками картезианской физики – электрические взаимодействия объясняется существованием вихрей во всемирном эфире.
  - Георг Рихман - описание распределения электростатического поля вокруг заряженных тел.
  - М.В. Ломоносов - природа статического электричества – контакт с заряженным телом. Электризация, вызывается вращательным движением частиц внутри вещества и в окружающем пространстве.
    - В 1756 г. он написал диссертацию «Теория электричества, разработанная математическим способом», которая осталась неопубликованной

## 10.23 Теория электростатики и электродинамики в XVIII в.

### ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ И ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В XVIII В.

- В 1785г. французский военный инженер и физик Шарль Огюстен Кулон создал крутильные весы, которые позволили ему провести тончайшие измерения действия малых электрических и магнитных сил, и сформулировал основной закон электростатики:
  - сила электростатического взаимодействия прямо пропорциональна величине взаимодействующих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними
- Изобретение электрохимического источника постоянного тока («вольтова столба»), который позволял получать не просто заряд, используемый в единовременно в одном разряде, а создавал постоянный электроток, возникающий в ходе химической реакции.
  - Александро Вольта (1745-1827) изобрел электрофор, принцип действия которого привел к созданию электрофорной машины, позволяющей получать электричество трением.
  - Следующим изобретением Вольты был очень чувствительный электроскоп.
- «Контактная теория» Александро Вольта объясняла причины возникновения электрического тока соприкосновением металлов.
  - Достаточно одного лишь соприкосновения разнородных металлов, чтобы зародилась электродвижущая сила, которая разделяет положительные и отрицательные электричества и гонит их в виде токов в противоположные направления.
  - Имя Александро Вольты увековечено в единицах измерения напряжения электрического тока.
- Многие ученые пытались доказать, что электрический ток возникает в результате химических процессов в вольтовом столбе, но полную ясность в природу электрического тока внесли только исследования Фарадея уже в XIX в.

## 10.24 Основания химии в XVIII в. – Теория горения вещества

### ОСНОВАНИЯ ХИМИИ В XVIII В. - ТЕОРИЯ ГОРЕННИЯ ВЕЩЕСТВА

- ◎ **Теория флогистона** - невесомой субстанции, содержащейся в каждом горючем теле, которую они утрачивают при горении.
  - Тела, содержащие большое количество флогистона, горят хорошо, тела, которые не загораются, не содержат флогистона.
  - В течение почти всего XVIII в. на основании этой теории ученые объясняли многие химические процессы и предсказывали новые явления.
  - В конце века Лавуазье показал, что явления горения и обжига объясняются гораздо проще без флогистона, чем с его помощью.
- ◎ **Кислородная теория горения**
  - Лавуазье в «Начальном курсе химии» систематизировал накопленные химические знания, дал определение элемента и простых веществ.
    - Под элементами Лавуазье понимал вещества, которые никоим образом не разлагаются. Классификация простых веществ была представлена четырьмя группами элементов:
      - вещества, относящиеся к трем царствам природы (минералы, растения, животные) - свет, теплород, кислород, азот, водород;
      - неметаллические вещества, окисляющиеся и дающие кислоты, - сера, фосфор, углерод, радикалы муриневый (хлор), плавиковый (фтор), борный (бор);
      - металлические вещества, окисляющиеся и дающие кислоты - сурьма, серебро, мышьяк, висмут, кобальт, медь, железо, марганец, ртуть, молибден, никель, золото, платина, свинец, вольфрам, цинк;
      - солеобразующие землистые вещества - известь, магнезия, глинозем, кремнезем

## 10.25 Корпускулярная теория строения вещества

### КОРПУСКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

- ◉ К концу XVIII века химия из совокупности множества не связанных друг с другом рецептов, превратилась в последовательную систему знания о строении и свойствах веществ (простых и сложных).
  - М.В.Ломоносов сформулировал основные положения теории строения вещества, которые полностью признаны современной наукой:
    - все вещества состоят из корпускул (мельчайших частиц);
    - корпускулы находятся в постоянном, беспорядочном движении; корпускулы взаимодействуют между собой.
  - Факт движения мельчайших частиц вещества был экспериментально подтвержден английским ботаником Р.Броуном (1773-1858).
- ◉ Закон сохранения массы вещества при химических реакциях (М.В.Ломоносов – 1756г., А.Л.Лавуазье – 1789г.):
  - масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.
  - Из закона сохранения вещества вытекало, что вещество нельзя создать из ничего, и нельзя уничтожить совсем.
  - Закон сохранения вещества Ломоносов связывал с законом сохранения энергии.
    - Количественным выражением закона сохранения энергии при химических реакциях стал тепловой баланс
      - В обобщенном виде энергетический баланс химического процесса формулируется так: количество тепловой энергии, принесенной в зону взаимодействия веществ, равно количеству энергии, вынесенной веществами из этой зоны.

## 10.26 Развитие теоретических представлений в химии XIX-XX вв.

### РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ХИМИИ XIX-XX ВВ.

- ⦿ Открытие в 1869г. периодического закона Д.И. Менделеевым и систематизация известных простые вещества в виде таблицы химических - начало становления теоретической химии.
  - До этого, несмотря на обилие эмпирического материала о свойствах различных веществ, их соединений и особенностях протекания разнообразных реакций, в химии не было фундаментальной объясняющей концепции.
- ⦿ Концепция химической атомистики - разработка теоретического описания химических явлений на базе атомно-молекулярного учения строения вещества
  - природы химического элемента
  - природы химического соединения
- ⦿ Направление теоретических исследований первой половины XX века связано с обобщением закономерностей протекания химических процессов, развитием представлений о химическом анализе и химическом синтезе веществ.
- ⦿ Вторая половина XX века - возникновением новых областей неорганической и органической химии, химии полимеров, аналитической химии, а также химической технологии - как области знания о методах рациональной химической переработки сырья и промышленных отходов.

## 10.27 Основные тенденции в развитии теоретической химии

### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

- Развитие концепций о природе (строении) химического элемента и его свойствах (аналитический уровень);
- Концепции о способе взаимодействия элементов, определяющий структуру вещества (синтетический уровень)
- Концепции о закономерностях и условиях протекания химических процессов (термодинамический уровень - выделяющий значение таких факторов как температура, давление, скорость реакции)
- Концепции химической кинетики о механизмах ускорения химических реакций, роли катализаторов и природы возникающих промежуточных реакций и реагентов.
  - Кинетический уровень можно условно связать с уровнем простейшей самоорганизации, которая наблюдается в физико-химических и биохимических системах.
- Фундаментальное значение в химии XX в. сохраняет идея дискретности (прерывистости) строения вещества.
- Концептуальная основа теоретической химии разрабатывается в рамках атомно-молекулярного учения с применением электронной теории, уточнившей представление о химическом элементе, атоме и молекуле.
  - Сложившаяся в ходе исследования явления радиоактивности, развития атомной и ядерной физики электронная теория строения вещества объяснила периодичность в свойствах химических элементов, открытую в прошлом веке.
  - В рамках этой теории развиваются представления о закономерностях формирования электронных оболочек по мере роста заряда ядра в периодической системе элементов.

## 10.28 Концепции химической кинетики

### КОНЦЕПЦИИ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

- ◉ Предмет химической кинетики - каталитические реакции, свойства катализаторов и химические соединения переменного состава с ослабленными связями между элементами, которые особенно подвержены действию катализаторов.
    - Катализ (katalysis - греч. разрушение) – возбуждение химической реакции или изменение скорости ее протекания с помощью особых веществ, не участвующих в основной реакции, но изменяющих ее ход. В живой природе естественными катализаторами в процессах обмена выступают ферменты.
    - Перспективы исследований в этой области связаны с развитием химической технологии искусственного синтеза многих минеральных и органических веществ.
  - Получены убедительные результаты, показывающие наличие самоорганизации в химических системах с автокатализом.
    - Автокатализитические реакции сопровождаются образованием достаточно устойчивых переходных пространственных структур за счет притока энергии, поступления новых и удаления старых реагентов. Катализитические процессы в таких реакциях играют системообразующую роль.
    - В 1951 г. советский химик Б.П.Белоусов установил особые закономерности в втокатализитических химических реакциях: строгую периодичность смены цвета в процессе определенной окислительно-восстановительной реакции, которую можно было проверять по часам.
    - В качестве объясняющей модели была принята **теория автоколебательных процессов** и понятие «автоволны», обозначавшее особый род волн, автоматически поддерживающих свои физические параметры за счет среды, в которой они распространяются.
  - В конце века сложилась точка зрения, согласно которой химическая эволюция в значительной мере связана с самоорганизацией катализитических систем.
    - Была доказана решающая роль катализа в образовании переходных систем на предбиологической стадии эволюции физического мира.
- Концепция самоорганизации** (А.П. Руденко- 60-е гг.), объясняет способность катализаторов к собственному структурному совершенствованию в ходе химической реакции.

## 10.29 Представление о химической эволюции в естествознании

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

- **Концепция гиперцикла** - нобелевский лауреат и директор Института физической химии имени Макса Планка в Гёттингене, Манфред Эйген в начале 70-х предположил, что возникновение жизни на Земле стало возможным благодаря процессу нарастающей организации в далекой от равновесия химической системе, с образованием гиперциклов многочисленных петель обратной связи.
  - Исследуя поведение органических макромолекул на уровне доклеточных структур М.Эйген установил закономерности усложнения организации макромолекул на предбиологическом уровне, к которым применимо понятие естественного отбора и самоорганизации.
  - По мнению М.Эйгена, возникновению жизни предшествует некоторый период самоорганизующихся химических и органических макромолекулярных систем.
  - Возникновение механизма передачи наследственной информации также связано с процессами химической эволюции и самоорганизации макромолекул.
- Механизм эволюционного отбора химических структур органических макромолекул до сих пор не ясен. Следствие отбора - определенный химический состав клетки.
  - Из 110 известных химических элементов в органической и биологической эволюции участвуют далеко не все. Главных элементов живой природы всего шесть: углерод (C), кислород (O), азот (N), водород (H), фосфор (P), сера (S).
  - Из миллионов органических соединений в построении живой клетки участвуют только несколько сотен, из 100 известных аминокислот в состав белов входит только 20.
  - Лишь четыре нуклеотида лежат в основе сложных биополимеров нуклеиновых кислот ДНК и РНК, ответственных за наследственную регуляцию синтеза белков в любых живых организмах.
    - В живущих ныне организмах макромолекулярные структуры уникальны не только в смысле неповторимости, но также в смысле оптимальной пригодности для выполнения соответствующей функции.

## 10.30 Биохимия

### БИОХИМИЯ

- ◉ Одна из сверхзадач в истории химии была связана с созданием гомункулуса – искусственного организма (существа из пробирки).
  - Средневековые алхимики вплоть до XVIв. руководствовались ею в своих изысканиях. В Новое время пыл исследователей охладила серьезная научная критика.
  - Взаимосвязь химии с биологией на новом уровне в XIX в. опирается на теорию химического строения органических соединений А.М.Бутлерова, положившую начало искусственному синтезу органического вещества и новых органических материалов, не встречающихся в естественных условиях Земли.
- ◉ Предметом биохимии как особой области естествознания стало исследование комплексов химических превращений, закономерно приводящих к самосохранению и самовоспроизведению живой клетки и всего организма.
- ◉ Базой для развития биохимии послужила, прежде всего, клеточная теория строения живых организмов, а также факт наличия в них одинаковых веществ (белков, жиров, углеводов, аминокислот и др.).
- ◉ Новые возможности для химических исследований живой клетки открыла теория строения атома.

## 10.31 Молекулярная биология

### МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- ◉ Концептуальное основание молекулярной биологии - принцип гомологии - подобия биохимических процессов в живых организмах.
  - Идея гомологии развивалась в области сравнительной анатомии, исследовавшей уровень органов и тканей,
  - в применении к биохимии привела к выявлению первичной структуры широко распространенных белков (цитохром, миоглобин, гемоглобин)
  - позднее - к открытию структуры и фундаментальной роли нуклеиновых кислот.
  - Биохимические исследования показали сходство между молекулами гемоглобина у четырех видов приматов: человека, шимпанзе, гориллы и гиббона.
  - М. Перуц в 1960г. расшифровал и построил пространственную модель гемоглобина, что стало основанием для развития молекулярной биологии как новой области естествознания
- ◉ В XX в. Биохимия становится одной из главных наук, изучающих живую природу.
- ◉ Установлен элементный состав живой материи.
- ◉ С точки зрения биохимии, жизнедеятельность клетки, живой системы, организма представляется в виде совокупности большого числа сравнительно простых химических реакций, которые сочетаются между собой по времени и протекают в строгой последовательности, образуя цепи реакций.
  - Эта последовательность позволяет организму реагировать с некоторым опережением на окружающие условия, как бы предвидя возможные последствия.
    - Академик П. К. Анохин назвал это свойство живого организма, опирающееся на изначальную последовательность химических процессов в клетке, опережающим отражением, полагая его в качестве естественного биохимического механизма способности живого реагировать на изменения среды.

## 10.32 Биохимия живой клетки

### БИОХИМИЯ ЖИВОЙ КЛЕТКИ

- ◎ Для нормального жизненного цикла организма необходим определенный набор основных химических элементов. Этот набор включает себя три группы элементов: органогены, макроэлементы и микроэлементы.
  - Четыре элемента (из шести основных): углерод (C), кислород (O), азот (N), водород (H), - называют органогенами, поскольку они составляют основную массу органического вещества клетки (95-99%).
  - К макроэлементам относят фосфор (P) и серу (S). Их количество колеблется от десятых до сотых долей процента. Функции живой материи требуют также участия натрия, магния, калия, кальция и хлора, входящих в состав клетки в виде ионов, которые дополняют группу макроэлементов.
  - Элементы, которые присутствуют в тканях в очень малых концентрациях (0,001% и ниже от массы сухих тканей) относят к группе микроэлементов. Этую группу составляют: марганец, железо, кобальт, медь, цинк, ванадий, бор, алюминий, кремний, молибден, йод.
- ◎ Живая клетка нуждается в 22 природных химических элементах, каждый из которых имеет свое назначение.
  - Например, медь входит в состав многих ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные процессы, железо входит в состав гемоглобина.
  - Последовательность процессов в живой клетке, ткани, организме рассматривается как биохимический процесс.

## 10.33 Роль воды в биохимических процессах

### РОЛЬ ВОДЫ В БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

- Основными органическими веществами клетки являются углеводы, липиды, аминокислоты, белки, нукleinовые кислоты.
  - К углеводам относят соединения с общей формулой  $C_x(H_2O)_y$ , которые подразделяют на три группы сахаридов.
  - Углеводы - важный компонент соединительной ткани позвоночных животных. Кроме того, они выполняют защитную функцию: у животных обеспечивают свертывание крови, у растений - восстановление поврежденной ткани.
  - В различных процессах энергетического обмена (метаболизма) углеводы могут превращаться в аминокислоты и (далее в белки) и жиры. В более низких формах живого углеводы несут структурную функцию - образуют стенки растений, бактерий, грибов, наружный скелет членистоногих.
- Из неорганических веществ важнейшим элементом живого является вода (от 60% до 95% общей массы организма).
- Роль воды в биохимических процессах объясняется ее свойствами.
  - Молекулы воды малы, полярны (являются диполями), способны соединяться друг с другом водородными связями. Вода служит средой для транспорта различных веществ.
  - Большая теплоемкость воды (за счет водородных связей) сводит к минимуму происходящие в ней температурные изменения, поэтому биохимические процессы протекают в воде с более постоянной скоростью и в меньшем интервале температур.
  - Большая теплота испарения воды - свойство, которое лежит в основе терморегуляции теплокровных организмов.
  - Вода - природный растворитель, создающий необходимые условия протекания химических реакций в клетке. В клетках и тканях вода может существовать в двух формах: свободной и связанной.
    - Свободная вода обладает достаточной подвижностью и участвует в транспорте веществ в организме.
    - Связанная вода образует коллоидные растворы белков, капиллярно связывается со стенками сосудов.

## 10.34 Нейрохимия

### НЕЙРОХИМИЯ

- ◎ В конце XX в. одной из актуальных проблем биохимии выступает работа мозга.
- ◎ С точки зрения биохимии, формирование структур мозга и организация различных форм поведения индивидуума находятся под контролем регуляторных факторов, роль которых выполняют нейропептиды.
  - Созревание паттернов биохимической и физиологической организации мозга, становление последовательности функциональных связей различного уровня связывается с формированием системы пептид-медиаторного баланса в мозге. Особое значение придается регуляции гипоталамических гормонов. Важную роль в этой регуляции играет обратная связь между гипоталамусом и другими структурами мозга, которая осуществляется посредством вовлечения систем разнообразных нейропептидов.
- ◎ В области **нейрохимии** изучаются компоненты, характеризующие возникновение психических расстройств (тревожности, испуга, паники), оценивается роль нейропептидов в возникновении депрессивных состояний.
  - Так, установлено, что к симптуму тревожности причастен галанин; к паникогенной активности – холецистокинин.
  - В экспериментах на животных, где были использованы две модели депрессивного состояния («безысходный шок», форсированное принуждение), было выявлено антидепрессивное действие нейротрофического фактора мозга.
- ◎ Пристальное внимание вызывают исследования нейропептидов в качестве регуляторов памяти и способности к обучению.
  - Ключевая роль нейропептидов акцентируется в исследовании возрастных патологий, в регуляции процессов высшей нервной деятельности, включая поведенческую и когнитивную.
  - В конце века выявлены особые «Сигма-рецепторы», физическая природа которых плохо очерчена, но установлена несомненная связь этих рецепторов с процессами обучения.

## 10.35 Нейрохимия в объяснении биологической эволюции

### НЕЙРОХИМИЯ В ОБЪЯСНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

- «Универсальная» миссия нейропептидов в деятельности центральной нервной системы –
  - нести информацию о структурной последовательности регуляторных пептидов в обеспечении процессов высшей нервной деятельности, включая поведенческую и когнитивную
- На уровне нейрохимических процессов проблемы биологической эволюции рассматриваются в связи с конструированием филогенетического дерева на биохимической основе, позволяющей усмотреть эволюционную роль отдельных пептидов и их комбинаций у низших организмов.
  - Разрабатывается идея молекулярной эволюции рецепторов у позвоночных с целью
  - показать истоки становления пептид-зависимой регуляции,
  - выявить формы участия отдельных пептидов в регуляции жизнедеятельности на ранних стадиях филогенеза,
  - установить наличие у низших видов животных вполне зрелых систем биогенеза и рецепции регуляторных пептидов.

## 11 Лекция 25.03.2024 (Шипунова О.Д.)

### 11.1 Система естествознания в XX веке

Система естествознания в XX веке.

Лекция 11  
Новая физика

## 11.2 Содержание лекции

### Содержание

- Общая характеристика развития естествознания в XX веке
- Стандарт логически строгой теории
- Принципы теоретического естествознания.
- Теоретическая физика
- Теория относительности
- Теория строения атома.
- Физика элементарных частиц
- Квантовая теория
- Видео ролик- гравитация с точки зрения квантовой теории
- Видео ролик – теория струн в современной физике

## 11.3 Общая характеристика развития естествознания в XX веке

### Общая характеристика развития естествознания в XX веке

- **Теоретический стиль научного мышления:**
  - содержательно-формальный подход к описанию и обобщению экспериментальных фактов.
  - требования к логической строгости
  - выдвигаемых концепций и теорий,
  - формулировке вводимых понятий,
  - постановке научных проблем,
  - способам обоснования и проверки гипотез
- **Эволюция естественно-научной картины мира**
- **Специализация различных профилей научного исследования**
- **Оформление междисциплинарной области естествознания**
  - Введение в описание природных явлений общенаучных понятий

## 11.4 Стандарт логически строгой теории

### Стандарт логически строгой теории

- Любая (математическая и физическая) теория имеет дело с одним или несколькими множествами объектов, соответствующим образом идеализированных и формально математически представленных и связанных между собой некоторыми отношениями, которые также представлены формально (например, в виде функции).
- Основные (фундаментальные) свойства объектов и принципы отношений формулируются в виде аксиом (в математике), постулатов, законов или принципов (в физике, например, закон сохранения энергии, принцип относительности).
- Теория должна быть применима к любой системе объектов, для которых фиксируются отношения, удовлетворяющие системе аксиом или основных принципов, положенной в ее основу.
- Теория может считаться логически строго построенной, если при ее развитии все новые объекты, их свойства и отношения между ними, выводятся формально из аксиом, постулатов или принципов.

## 11.5 Принципы теоретического естествознания

### Принципы теоретического естествознания

- формальный математический язык описания явлений;
- аксиоматическое основание теории в виде постулатов или фундаментальных принципов;
- выводное, гипотетико-дедуктивное построение теоретического знания;
- разработка математических моделей, выражающих концептуально построенное знание
- Ученые всех областей стремятся овладеть методами математики и эффективно применить ее средства для выражения физической сущности, лежащего за пределом наблюдаемого.
- Расширяется и предмет самой математики.
  - В XX в. она включает: математическую логику, алгебру, теорию чисел, геометрию, топологию, аналитическую геометрию, комплексный анализ, теорию вероятностей, математическую статистику, теорию представлений, вещественный и функциональный анализ, дискретную математику, комбинаторику, информатику и теорию групп.
  - В конце XIX в. в области математики работало около тысячи человек, к последнему десятилетию XX в. - работает около 300 тысяч специалистов.

## 11.6 Теоретическая физика создаёт новые абстракции

**Теоретическая физика создает новые абстракции.**

- Геометрические модели, характерные для физики прошлого века, сменяются идеализированными формальными, символическими построениями, в которых реальные процессы мыслятся.
  - Физическая реальность предстает в таком виде, что ее наглядная интерпретация оказывается очень сложной задачей.
- Создание теоретической физики в начале XX в. связано с именами французского математика, профессора Парижского университета Анри Пуанкаре (1854-1912), голландского физика-теоретика и математика Хендрика Антона Лоренца (1853-1928), немецкого физика-теоретика Альберта Эйнштейна (1879-1955).
  - Эйнштейн сформулировал методы и принципы теоретической физики, которые определяют ее основы и в настоящее время.
  - Принципиальный метод теоретического научного исследования Эйнштейн связал с поиском «общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира».

## 11.7 Специальная теория относительности (СТО)

### Специальная теория относительности (СТО)

- Предпосылкой и стимулом развития новой физической теории выступила электродинамика Максвелла, породившая проблему реального носителя электромагнитных излучений. На рубеже веков в качестве такого носителя признавали эфир (светоносное вещество, субстанция).
- В 1905 г. Альберт Эйнштейн публикует положения специальной теории относительности, изменившей классические представления о пространстве и времени. Главная мировоззренческая новация была связана с введение в систему физического знания 4-х мерного континуума, в котором совершаются мировые события.
  - Идея о том, что время можно рассматривать как 4-е измерение, равноправное по отношению к координатам, была выдвинута немецким математиком Германом Минковским (1864-1909), который полагал, что время связано с пространством функциональной зависимостью, не существует отдельно и не может рассматриваться как самостоятельная сущность.
  - Право на самостоятельное существование, по мысли Минковского, получает только «определенная форма их совместного союза» (пространства и времени). Он предложил понятие мировой линии 4-х мерного пространства, которое стали называть пространством Минковского.

## 11.8 Постулаты теории относительности

### Постулаты теории относительности

- В основании специальной теории относительности лежат два положения:
  - **Инвариантность физических законов**
    - **одинаковы во всех системах координат, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга**
      - принцип относительности обобщается и распространяется на все природные процессы, в том числе электромагнитные
    - Постоянство скорости света ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с)
    - **Согласно законам электродинамики, скорость распространения электромагнитных волн в вакууме одинакова во всех направлениях**
      - Скорость света не зависит от скорости источника и от скорости приемника светового сигнала.
  - **Эти положения и следствия специальной теории относительности легли в основание новой релятивистской физики XX в.** (relative - лат. относительный)

## 11.9 Следствия специальной теории относительности

### Следствия специальной теории относительности

- **Принцип относительности одновременности.**
  - Два события, одновременные для наблюдателя в неподвижной системе К, неодновременны в движущейся системе К'. Ни одной из этих систем нельзя отдать предпочтение, поэтому необходимо признать, что одновременность пространственно разделенных событий относительна. Причиной при этом выступает конечность скорости распространения сигнала.
- **«Парадокс близнецов».** Согласно теории относительности промежутки времени не являются абсолютными (одинаковыми для всех систем).
  - Выводы о том, что одновременность событий и интервал времени не являются абсолютными, а зависят от скорости движения, противоречат «здравому смыслу», в основании которого лежит повседневный опыт, когда мы сталкиваемся только с малыми скоростями по сравнению со скоростью света. Релятивистские эффекты в земном мире не заметны, мир высоких скоростей недоступен нашим органам чувств, поэтому мы их можем только мыслить.
- **Линейная метрика** не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчета.
  - Эффект сокращения линейных размеров и замедление длительности временных интервалов - следствие процессов измерения, которые оказываются различными в разных системах отсчета (покоящейся и движущейся).

## 11.10 Релятивистская динамика

### Релятивистская динамика

- В релятивистской физике утверждается, что скорость света является максимально возможной скоростью передачи взаимодействий в природе.
  - По мере увеличения скорости движения масса тела увеличивается и стремится к бесконечности, поэтому ускорение стремится к нулю, и скорость практически перестает возрастать, сколько бы ни действовала сила.
  - Эйнштейн показал, что изменение (приращение) массы при увеличении скорости тела пропорционально кинетической энергии. Это следствие специальной теории относительности известно как **закон эквивалентности массы и энергии:  $E = mc^2$** .
- Новое понятие «энергия покоя» (произведение массы покоя на квадрат скорости света).
  - любое тело обладает энергией только благодаря факту своего существования,
  - **Масса покоя, или тяжелая масса получила название гравитационной массы.**
- Энергия покоя сложного тела меньше суммы энергий покоя составляющих его частиц на величину энергии связи – «Дефект масс»
  - Этот принцип лег в основание физики элементарных частиц, исследующей и такие частицы, энергия которых равна 0.
  - **Релятивистскую массу, эквивалентную энергии движения такой частицы, стали называть инертной массой.**
- Масса любого тела складывается из гравитационной и инертной масс. Но в зависимости от масштаба скоростей преобладает (и реально проявляется) та или другая составляющая

## 11.11 Общая теория относительности (ОТО)

### Общая теория относительности (ОТО)

- Общая теория относительности опирается на три положения:
  - Максимальная скорость распространения волн любой природы равна скорости света в вакууме (принцип постоянства скорости света).
  - Инертная и гравитационная массы идентичны друг другу (принцип эквивалентности масс)
  - Действие гравитации описывается уравнениями поля, которые связывают характер искривления пространственно-временного континуума с распределением материи в пространстве и времени.
    - Универсальной константой этой связи является гравитационная постоянная  $\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ .
- Общая теория относительности, которая доказала, что структура пространства и времени целиком определяется распределением и эволюцией материи, послужила базой для новых космологических теорий о происхождении и состоянии Вселенной
  - «Раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то пространство и время сохранились бы, теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время» А.Эйнштейн.
    - Первым доказательством справедливости общей теории относительности было обнаружение отклонения света вблизи края Солнца.
    - Вторым - наблюдаемое смещение перигелия планеты Меркурий, которое Эйнштейн рассчитал.
    - Третье доказательство было получено при изучении изменения длины волны света в гравитационном поле.

## Общая теория относительности (ОТО)

- Гравитация не сидит ни в одном из тел, ни между ними как необъяснимое нечто, действующее мгновенно. Она сводится к геометрическим свойствам 4-мерного континуума пространства-времени.
- В общем случае четырехмерный континуум искривлен, и его метрика зависит от распределения масс.
  - В общей теории относительности утверждается ограниченность евклидовой геометрии малыми масштабами.
- Свет и все тела движутся по геодезическим линиям, вид которых зависит от внутреннего строения пространственно-временного континуума.
  - Большие массы сильнее искривляют пространство, малые массы лишь слабо деформируют его.
- Эйнштейн стремился найти закон, описывающий искривление пространства под действием гравитации. В качестве математического аппарата он использовал теорию искривленных пространств с произвольным числом измерения Римана.
  - Уравнения, полученные Эйнштейном, включали законы Ньютона как частный случай. Это было величайшим достижением теоретической физики первой половины XX в.

## 11.12 Теория строения атома

### Теория строения атома

- Первая модель строения атома, предложенная Дж. Дж. Томсоном в 1903 г., просуществовала недолго, но закрепила в сознании ученых представление, что электроны являются составными частями атома любого химического элемента.
  - В модели Томсона электроны плавают в положительно заряженной сфере. Условием равновесия положительного и отрицательного заряда атома (который электрически нейтрален) выступает сохранение определенного места электронов внутри сферы.
- Планетарную модель строения атома предложил и обосновал в 1911 г. английский физик Эрнест Резерфорд (1871-1937).
  - Вместе со своими учениками Гансом Гейгером (1882-1945) и Эрнстом Марсденом (1889-1970) он обнаружил, что внутри атома существует положительно заряженное ядро, размер которого очень мал по сравнению с размером самого атома.
  - Выступая 7 марта 1911 г. на заседании Манчестерского философского общества Резерфорд предложил планетарную модель строения атома, полагая, что атом состоит из ядра и электронов, которые вокруг него врачаются.
  - Сравнение с планетарной системой строилось на том, что соотношение размера Солнца (диаметр Солнца  $1,4 \cdot 10^6$  км) и Солнечной системы ( $6 \cdot 10^9$  км) и соотношением размеров ядра ( $10^{-12}$  см) и атома ( $10^{-8}$  см) представляют собой сравнимые величины (одного порядка).

## 11.13 Физика высоких энергий

### Физика высоких энергий

- Явление естественной радиоактивности указывало на сложный состав атомного ядра.
  - Еще в 1899 г. Беккерель обнаружил, что при прохождении спонтанного излучения через магнитное поле лучи распадаются на две составляющие, которые отклоняются в разные стороны. Вскоре была обнаружена и третья составляющая, которая не отклонялась магнитным полем.
- Положительно заряженная компонента радиоактивного излучения получила название  $\alpha$  – лучи, отрицательная  $\beta$ -лучи, нейтральная –  $\gamma$ -лучи.
  - Три вида излучения отличались проникающей способностью. Это указывало на различную физическую природу открытых лучей
  - Наименьшей проникающей способностью обладали положительно заряженные  $\alpha$  – лучи, для которых слой бумаги в 0,1 мм толщиной не прозрачен.
  - $\beta$ -лучи сильно отклоняются в магнитном и электрическом полях, гораздо меньше поглощаются веществом. Алюминиевая пластиинка задерживает эти лучи при толщине в несколько миллиметров.
  - Наибольшей проникающей способностью обладают  $\gamma$ -лучи, для них слой свинца в сантиметр толщиной не является преградой.

## 11.14 Теория радиоактивного распада

### Теория радиоактивного распада

- Опыты Резерфорда показали, что заряд  **$\alpha$ -частицы** равен удвоенному элементарному заряду (2 e), а масса ее равна массе атома гелия.
  - Собирая  **$\alpha$ -частицы** внутри специального резервуара на протяжении нескольких дней, Резерфорд с помощью спектрального анализа убедился, что в сосуде действительно скапливается гелий.
  - При исследовании поведения  **$\beta$ -лучей** в магнитных и электрических полях было установлено, что они представляют собой поток электронов, движущихся со скоростями, близкими к скорости света.
- К середине века складывается **теория радиоактивного распада**, в основу которой положено представление о том, что при радиоактивном распаде вещество испытывает глубокие превращения, отличные от химических.
  - Мысль Фредерика Содди, что радиоактивность связана с превращениями, которые испытывают сами атомы, - определила стратегию исследования элементарных частиц в последующие полвека.
  - В ходе изучения радиоактивности выяснилось, что существуют вещества, с различными радиоактивными свойствами, но тождественны по своим химическим свойствам. Ф. Содди назвал такие элементы **изотопами** (*т.е. занимающими одинаковые места в периодической таблице Менделеева*).

## 11.15 Закон радиоактивного распада

### Закон радиоактивного распада

- Резерфорд опытным путем установил **закон радиоактивного распада**:
  - каждому радиоактивному веществу соответствует определенный интервал времени, на протяжении которого активность убывает в два раза.
  - Этот интервал получил название **радиоактивного полураспада**.
- Атомы, как правило, стабильны. Распад атома – это "несчастный случай" в его жизни. Для радиоактивных (нестабильных) атомов вычисляют среднее время жизни, которое прямо пропорционально периоду полураспада.
- Период полураспада – время, за которое распадается половина наличного числа радиоактивных атомов, – основная величина, характеризующая скорость радиоактивного распада.
- Для различных веществ она различна.
- Для урана период полураспада составляет примерно 4,5 млрд. лет. Чем меньше период полураспада, тем интенсивнее протекает процесс превращения. Активность радия много больше урана, для радия период полураспада составляет 1600 лет.

## 11.16 Физика элементарных частиц

### Физика элементарных частиц

- В 1914 г была открыта вторая элементарная частица – **протон**, который представлял собой ядро атома водорода.
  - Первое искусственное превращения ядер в истории физики было произведено Резерфордом в 1920 г. Бомбардируя азот  $\alpha$  – частицами большой энергии, испускаемых радием, он обнаружил появление новых протонов – ядер атома водорода.
- Третья элементарная частица **нейтрон** была открыта в 1932 г. в опытах английского физика Д. Чедвика.
  - Существование ее было предсказано Резерфордом за 10 лет до этого. Масса нейтрона оказалась чуть больше массы протона. Именно нейтроны составляли поток  $\gamma$ -лучей.
- После открытия нейтрона советский физики Д. Д. Иваненко и немецкий ученый В. Гейзенберг предложили **протонно-нейтронную модель ядра атома**
- Была разработана **теория сильных взаимодействий**, которые в 100 раз превосходят электромагнитные взаимодействия, и наблюдаются на малых расстояниях между нуклонами (частями ядра).
  - Внутриядерные силы – самые мощные из всех, которыми располагает природа. Анализ и экспериментальная проверка внутриядерной связи привели к открытию искусственной радиоактивности (супруги Фредерик и Ирен Жолио-Кюри - 1934 г.). Благодаря этому открытию ученые смогли получить неустойчивые изотопы тех химических элементов, которые в естественном состоянии стабильны.

## 11.17 Антивещество

### Антивещество

- Во второй половине XX века складывается обобщенное представление о субатомной микрочастице, имеющей двойника (античастицы).
- В 1931 г. английский физик-теоретик Поль Дирак предсказал существование позитрона, который является двойником электрона.
  - Встреча (столкновение) электрона и его двойника (античастицы) порождает фотоны большой энергии, сами же частицы исчезают (аннигилируют). Дирак показал, что возможен и обратный процесс – порождение электронно-позитронной пары при столкновении фотона большой энергии с ядром. Спустя два года позитрон был обнаружен с помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле.
  - Позже античастицы были обнаружены и для всех других элементарных частиц. Сравнительно недавно обнаружен антiproтон и антинейtron.
- Атомы, ядра которых состоят из антинуклонов, а оболочки из позитронов, образуют **антивещество**. В 1971 г. в СССР был получен впервые антигелий.
- При **аннигиляции** вещества с антивеществом энергия покоя превращается в кинетическую энергию образующихся частиц.
  - Энергия покоя оказывается самым грандиозным концентрированным резервуаром энергии во Вселенной. Только при аннигиляции она полностью освобождается, превращаясь в другие виды энергии.

## 11.18 Физика микромира

### Физика микромира

- Главная характеристика элементарной частицы - время жизни.
  - Большинство известных частиц не могут прожить более двух миллионных долей секунды, даже при отсутствии внешнего воздействия. Например, свободный нейтрон (находящийся вне атомного ядра) живет ок. 16 минут.
  - Только четыре частицы – фотон, электрон, протон, нейтрино – стабильны в свободном состоянии, отдельно от всех остальных
    - Известно 35 стабильных и относительно стабильных элементарных частиц, время жизни которых имеет порядок  $10^{-17}$  с. Число коротко живущих частиц со временем жизни  $10^{-22}$  -  $10^{-23}$  с - уже более 200.
- Каждая элементарная частица окружена квантами соответствующего поля и зависит от их энергетического влияния. По возрастанию массы покоя выделяют следующие группы микрочастиц:
  - **Фотоны** – не обладают массой покоя
  - **Лептоны** – легкие частицы
    - 8 частиц: электрон,  $\mu$ -мезон (его масса примерно в 207 раз больше массы электрона), два сорта нейтрино (одни рождаются с электронами, другие с  $\mu$ -мезонами), и их античастицы;
  - **Мезоны** – кванты ядерного поля
    - 8 частиц: положительные, отрицательные, нейтральные  $\pi$ -мезоны с массой 264 (нейтральные) и 273 (положительные и отрицательные) электронных масс; в эту группу входят еще четыре К-мезона с массой 966 и 974 электронной массы и Эта-ноль-мезоны ( $\eta$ 0-мезоны) с массой в 1074 массы электрона;
  - **Барионы** – тяжелые частицы
    - 18 частиц из 35 относительно стабильных; самые легкие в этой группе – протоны и нейтроны (1836, 1838 электронной массы), далее идут гипероны (2184-2585 электронной массы); последняя частица – омега-минус-частица - имеет массу, превышающую массу электрона в 3273 раза (открыта в 1964 г.).

## 11.19 Стандартная модель строения микромира

### Стандартная модель строения микромира

- Согласно современной модели, элементарная частица состоит из шести夸ков.
  - Гипотеза夸ков была выдвинута в 1964г. Г.Цвейгом и независимо от него М.Гелл-Маном (США).
  - Эксперимент показал, что взаимодействие протонов с электронами не соответствует представлению о протоне как неделимой частице, размер которой  $10^{-13}$  см. Рассеяние электронов происходило так, как если бы внутри протона существовали независимые друг от друга точечные объекты.
- К настоящему времени открыто 6 типов夸ков и 6 соответствующих им анти夸ков, которые различаются дробным электрическим зарядом и спином, магнитным и ядерным зарядом и другими характеристиками. Сообщение об открытии шестого типа夸ка датируется 1994 годом.
- В теоретических расчетах была показана неравноценность парной связи夸ков. В соответствии с этим свойством夸ки подразделяются на три пары (или поколения).
  - К夸ки последующего поколения тяжелее夸ков предыдущего поколения. Время существования микрочастиц, образованных из夸ков второго и третьего поколения, очень мало, поэтому они быстро превращаются в частицы, образованные из夸ков первого поколения.
- Аналогично ведут себя пары легких микрочастиц (лептонов).
  - В частности пара электрон и электронное нейтрино (пара  $e^-$  и  $\nu e$ ) лежит в основании более устойчивых микрочастиц, поэтому считается первым поколением лептонов.
- Было установлено, что только микрочастицы, образованные из夸ков первого поколения и лептонов первого поколения, оказываются стабильными.
  - Согласно новейшим представлениям, в фундаменте вещества Вселенной лежат, строго говоря, только восемь прачастиц: первое поколение夸ков (пара  $u$  и  $d$ ), первое поколение лептонов (электрон и электронное нейтрино) и их античастицы.

## 11.20 Квантовая теория

### Квантовая теория

- Макс-Карл-Эрнст-Людвиг Планк (1858-1947) – немецкий физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии 1918 г., основатель квантовой теории излучения, соединившей непрерывность энергетических процессов излучения с идеей атомизма.
  - Ввел новую универсальную постоянную – **квант действия**,
  - установил, что поглощение и излучение света происходит определенными порциями, пропорциональными частоте излучения. Коэффициент пропорциональности был им вычислен и называется в современной физике постоянной Планка ( $\hbar = 6,62517 \cdot 10^{-27}$  эрг·с).
- В теории фотоэффекта Эйнштейна энергия каждой порции излучения света пропорциональна частоте в соответствии с гипотезой Планка:  $E = \hbar\nu$ ,
  - где  $\hbar = 6,62517 \cdot 10^{-27}$  эрг·с - постоянная Планка.
- Поведение и свойства микрообъектов -предмет квантовой механики, которая сложилась в 20-х гг., благодаря усилиям Луи де Броиля (1892-1987), Макса Борна (1882-1970), Вернера Гейзенberга (1901-1976).
  - В современной системе знания она представляет собой общую теорию движения микрочастиц.
- К концу XX века на этой базе развивается разветвленная **квантовая теория**, которая включает квантовую статистику, квантовую теорию поля, теорию атомного ядра и физику высоких энергий (физику элементарных частиц).

## 11.21 Квантовая теория поля

### Квантовая теория поля

- Развитие квантовых представлений в физике привело к новому взгляду на строение материи во Вселенной: к традиционному веществу макромира добавились такие реальности как физический вакуум, элементарные частицы, квантовые поля.
- **Квантовое поле** характеризуется дискретностью энергий на микроуровне.
- **Физический вакуум** - низшее энергетическое состояние квантового поля, энергия которого равна нулю в среднем.
  - Открытие античастиц, привело к представлению о кратко живущих виртуальных частицах, которые возникают «из ничего» и уходят «в ничто». С этого момента в физике возникает проблема физической природы вакуума. Считалось, что пустота там, где нет частиц вещества и квантов электромагнитного поля – фотонов. Но физический вакуум оказывается не пустым.
- Во второй половине XX в. **Квантовая теория поля** становится фундаментальным основанием всей современной физики.
  - В ней развивается общий подход ко всем известным типам взаимодействий (гравитационным, электромагнитным, ядерным - слабым и сильным), а также представление о физическом вакууме, насыщенном всевозможными флуктуациями различных полей.
  - К первоэлементам Вселенной стали относить физический вакуум, порождающий вещество Вселенной (главным образом протоны, электроны и нейтроны) и антивещество (антипротоны и позитроны). К фундаментальным процессам образования и преобразования материи - взаимное превращение элементарных частиц и процесс аннигиляции (взаимное уничтожение) частиц и античастиц, освобождающий колоссальную энергию в виде излучения.

## 12 Лекция 01.04.2024 (Шипунова О.Д.)

### 12.1 Развитие теоретической биологии в XX веке



## 12.2 Содержание

### *Содержание*

- Основные направления биологии в ХХ в.
- Предыстория генетики
- История и концептуальная основа классической генетики
- Неоклассический период в развитии генетики
- Современный этап в развитии генетики
- Системные принципы объяснения биологической эволюции
- Взаимосвязь геосфера и биосфера. Магнитное поле Земли - видеоролик

## 12.3 Основные направления биологии в XX в.

### ***Основные направления биологии в XX в.***

- Появление новых биологических дисциплин, исследующих различные уровни организации живого
  - клетка и ее составные части – в молекулярной биологии,
  - органы – в сравнительной анатомии,
  - зародыши – в эмбриологии,
  - носители наследственных признаков – в генетике,
  - популяции – в этологии.
- Основная тенденция – стремление к теоретическому построению биологических наук, накопивших большой фактический материал.
- Главный объект исследования в биологии XX века - Природа наследственности и изменчивости
  - XX в. в развитии биологии - век генетики (γένεσις, genesis – греч. рождение, происхождение) – науки о законах наследственности и изменчивости организмов, которая позволила сформулировать теоретические основания современной эволюционной биологии и положила начало новым практическим дисциплинам в области медицины (медицинская генетика), а также новым биотехнологиям (генная инженерия).

## 12.4 Предыстория генетики



*Предыстория генетики*

## 12.5 Гипотезы о природе наследственности

### *Гипотезы о природе наследственности*

#### • «Временная гипотеза пангенезиса» Ч. Дарвина

- в каждой клетке любого организма образуются в большом числе особые частицы - геммулы, которые обладают способностью распространяться по организму и собираться в клетках, служащих для полового или вегетативного размножения.
- геммулы отдельных клеток могут изменяться в ходе онтогенеза каждого индивидуума и давать начало измененным потомкам.
- изложена в последней главе труда «Изменение домашних животных и культурных растений» (1868).
- предположение Дарвина о наследовании приобретенных признаков было экспериментально опровергнуто Ф. Гальтоном (1871)

## 12.6 Гипотеза идиоплазмы К.Нечели

### *Гипотеза идиоплазмы К. Нечели*

- Изложена в работе «Механико-физиологическая теория эволюции» (1884).
  - Нечели предположил, что наследственные задатки передаются лишь частью вещества клетки, названного им идиоплазмой.
  - Идиоплазма состоит из молекул, соединенных друг с другом в крупные нитевидные структуры - мицеллы, группирующиеся в пучки и образующие сеть, пронизывающие все клетки организма.
  - Остальная часть (стереоплазма), согласно его представлению, наследственных признаков не несет.
- Гипотеза Нечели подготовила биологов к мысли о сложной структуре материальных носителей наследственности.

## 12.7 Законы наследственности Г.Менделя

### ***Законы наследственности Г. Менделя***

- Изложены в 1865 г. по результатам скрещивания сортов гороха
- Мендель показал предсказуемый, закономерный характер передачи различий в поколениях.
- Наследуемые задатки не смешиваются, а передаются от родителей к потомкам в виде обособленных единиц
- Самое существенное свойство элементарного носителя наследуемого признака – дискретность.
- Мендель сформулировал принципы независимости комбинирования этих элементарных единиц при скрещивании.
- Законы наследственности были открыты повторно в 1900 г.
  - голландским биологом Хуго де Фризом (1848-1935),
  - немецким ботаником К.Э. Корренсом (1864-1933)
  - австрийским ученым Э.Чермак-Зейзенеггом (1871-1962).
- распространены на все виды живых организмов

## 12.8 Концептуальная основа классической генетики

***Концептуальная основа  
классической генетики***

## 12.9 Краткая история генетики

### *Краткая история генетики*

- Предпосылки генетики как науки
  - гибридологические исследования в XXв, опиравшиеся теоретически на законы Менделя
  - цитологические исследования, опиравшиеся на усовершенствование микроскопа
  - Название **генетика** предложено в 1906 г. английским ученым У. Бэтсоном, который показал, что законы Менделя справедливы и для животных организмов
- В истории генетики выделяют три этапа:
  - классический (1900-1930гг.),
  - неоклассический (1930-1953 гг.),
  - синтетический (с 1953г по настоящее время).
- Концептуальную основу генетики составляют:
  - теория гена,
  - хромосомная теория наследственности,
  - теория мутаций,
  - теории современной молекулярной биологии.

## 12.10 Концепции классической генетики

### *Концепции классической генетики*

- **Теория гена**
- **Ген** - дискретная единица, ответственная за наследование определенного признака (задатка) ввел в 1909г. Вильгельм Иоганнсен
  - В 1912г. Т.Х. Морган показал, что гены расположены в хромосомах.
- Важнейшее свойство генов – сочетание их высокой устойчивости (неизменяемости в ряду поколений) со способностью к наследуемым изменениям, служащим основой изменчивости организмов, дающей материал для естественного отбора.
  - Складывается учение о фенотипе и генотипе организма
- **Генотип** - совокупность всех генов (или задатков) организма данного вида - сложно взаимодействующая система.
- **Фенотип** - совокупность всех признаков, которыми обладает организм в соответствии генетическим составом (генотипом).
- Иоганнсен представил естественный отбор в качестве главного фактора, преобразующего генотип на основе наследственной изменчивости при формирующем роли среды.
- Применение теории гена привело
  - К формированию аналитических методов селекции,
  - К выделению генотипических линий популяции растений и животных.
- Соединение генетики с аналитическими методами селекции заложили основания для развития теоретической биологии.

## 12.11 Хромосомная теория наследственности

### ***Хромосомная теория наследственности***

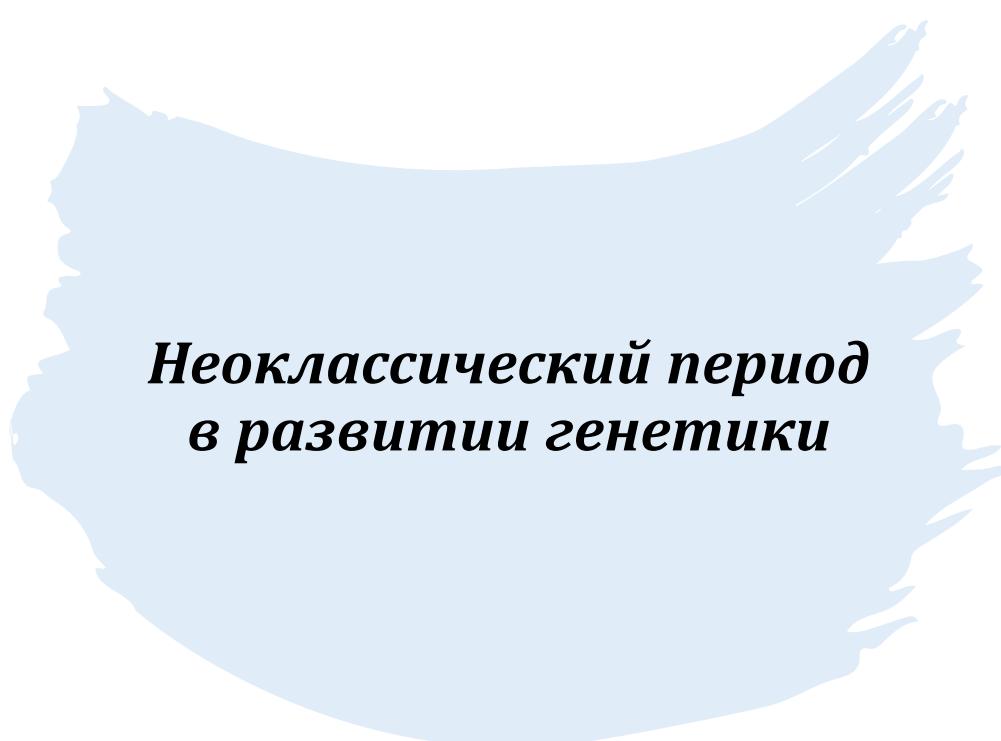
- Для обозначения этих особых, хорошо наблюдаемых структур ядра, играющих определенную роль в делении клетки, В. Вальдайер в 1888 г. предложил термин хромосома.
- В начале XXв. Бовери (1902 г.) продемонстрировал важную роль ядра в регуляции развития наследственных признаков организма.
- Этот факт лег в основание хромосомной теории наследственности, в формулировании и обосновании которой большая заслуга принадлежит Томасу Ханту Моргану (1866-1945).

## 12.12 Хромосомная теория наследственности Т.Х.Моргана

### *Хромосомная теория наследственности Т.Х. Моргана*

- Закон сцепления генов.
  - Морган экспериментально доказал, что гены, находящиеся в одной хромосоме, передаются при скрещивании совместно.
  - Утверждается положение об устойчивости и неделимости гена
  - Обнаруженное Морганом нарушение сцепления генов в результате обмена участками между хромосомами (явление кроссинговера) подтверждало неделимость генов.
- **Ген** стали понимать как элементарную единицу наследственности, которая изменяется во время кроссинговера как целое.
- Как единица кроссинговера (обмена между участками хромосом) ген выступил в новом качестве единицы наследственной изменчивости.
  - Под изменчивостью в биологии понимают всю совокупность различий по тому или иному признаку между организмами, принадлежащими к одной популяции или виду.
  - Морфологическое разнообразие особей в пределах любого вида связано с фенотипом (различие роста, веса, окраса) и обусловлено совместным действием многих генов и факторов среды.
  - Но среда никогда не может вывести фенотип за пределы, определенные генотипом вида (популяции)

## 12.13 Неоклассический период в развитии генетики



***Неоклассический период  
в развитии генетики***

## 12.14 Неоклассический период – популяционная генетика С.С. Четвериков

### *Неоклассический период - популяционная генетика С.С. Четвериков*

- **Генотипическая изменчивость** - разнообразие признаков и амплитуда их отклонения
  - связана с возникновением новых признаков и происходит на основе мутаций
  - растет пропорционально возрасту вида. Чем старее вид, тем он больше внешне изменчив.
- **Геновариационная изменчивость** - явление накапливания мутаций.
  - Мутация конкретного гена – событие редкое, в среднем один на миллион, но в генотипе не менее  $10^6$  –  $10^7$  генов, а число особей в популяции от десятков до миллиардов. Возникающие мутации, как правило, рецессивны, т.е. не являются доминантным (часто встречающимся) признаком. Свободное скрещивание поглощает геновариации.
- В природе происходят два противоположных процесса: накапливание геновариаций и их устранение.
  - Резкие и глубокие изменения организма возможны только путем длительного накопления геновариационных изменений, продолжительного напластования одних отклонений на другие.
- Новые понятия:
  - **Генотипическая среда, Генофонд популяции**

## 12.15 Основные положения популяционной генетики

### ***Основные положения популяционной генетики***

- Каждый ген действует не изолировано, он проявляет себя внутри генотипа и в связи с ним.
- Генетическая структура вида состоит из громадного числа более или менее отличных друг от друга генотипов.
  - Один и тот же ген в различных генотипических комбинациях попадает в различную «генотипическую среду», следовательно, каждый раз его внешнее проявление будет наследственно видоизменяться, его проявление будет наследственно колебаться, наследственно «флуктуировать».
- Значение **генотипической среды** – наследственные колебания признаков. В комбинации с одним генотипом данный признак, обусловленный одним геном, будет выражен сильнее, в комбинации с другим – слабее.
  - Учение о генотипической среде объясняет непонятное различие между качественной и количественной изменчивостью, а также открывает новые возможности в понимании эволюционной роли и механизма естественного отбора.
- Активная роль естественного отбора раскрывается в создании благоприятной генотипической среды. Действие естественного отбора простирается на весь комплекс генов, на всю генетическую среду, в обстановке которой данный ген себя по-разному проявляет.
  - Отбирая один признак, один ген, в процессе естественного отбора косвенно определяется наиболее благоприятная для проявлений данного признака генотипическая среда. Устранив, таким, косвенным образом, неблагоприятные комбинации генов, отбор способствует образованию благоприятной генотипической среды и ведет к усилению признака.
- Генетический анализ эволюционного процесса опирается на принцип множественного (плейотропного) действия генов.
  - В основании закономерного процесса эволюции лежит случайное появление геновариаций, поэтому эволюционные закономерности имеют вероятностный характер и могут быть описаны статистически.

## 12.16 Теория мутаций

### **Теория мутаций**

- Мутации – внезапно возникающие изменения, которые могут передаваться по наследству.
  - термин «мутация» в 1901 г. предложил Хуго де Фриз
- Мутагенные факторы - излучения:
  - Радиоизлучения
  - Рентгеновские лучи
  - Ионизированное облучение.
    - Теория мишени описывала кинетические зависимости активирующего и мутагенного эффекта ионизирующих излучений
      - сформулирована в середине 30-х годов (Н.В. Тимофеев-Ресовский, М. Дельбрюк, Р. Цимер)
- Химический мутагенез - направление молекулярной генетики
  - В работах В.В. Сахарова (1932, 1938), М.Е. Лобашева (1934, 1935), И.А. Рапопорта (1943, 1946, 1947), Ш. Ауэрбаха (1943) открыто мощное мутагенное действие некоторых химических веществ
- Учение о системе репарирующих ферментов, исправляющих повреждения генетических структур, вызванные облучением или обработкой химическими агентами
- Искусственный мутагенез - изменения генетического аппарата, которые вызваны различными факторами среды
  - За открытие искусственного мутагенеза Г. Меллеру присуждена в 1946 г. Нобелевская премия

## 12.17 Типы мутаций

### **Типы мутаций**

- Генные мутации – необратимые изменения только одного гена
  - Следствие: изменяется или теряется одна функция
- Хромосомные мутации – необратимые изменения в структуре хромосом
  - Следствие : хромосомные aberrации
  - Дупликация – удвоение участков хромосомы
  - Инверсия – изменение порядка расположения участка хромосомы
  - Делеция – утрата участка хромосомы
- Геномные мутации - изменение числа хромосом
  - Геном – совокупность генов в одинарном наборе хромосом

## 12.18 Проблема структуры гена

### *Проблема структуры гена*

- в 1928 г. в лаборатории А.С. Серебровского в Биологическом институте им. К.А. Тимирязева Н.П. Дубинин обнаружил необычную мутацию, свидетельствующую о том, что ген не является неделимой структурой, а представляет собой область хромосомы, отдельные участки которой могут муттировать независимо друг от друга.
  - Это явление было названо Серебровским ступенчатым аллеломорфизмом.
  - Аллели – гены, расположенные в одном и том же месте хромосомы.
- Экспериментально подтвердить мутационную дробимость гена удалось только в 1938 г.
- Окончательное решение этот вопрос получил в 50-х годах, спустя десятилетие в работах М. Грина (1949), Э. Льюиса (1951) и Г. Понтекорво (1952), убедительно показавших, что считать ген неделимым неправильно.
- Далее требовалось разработать новую теорию гена, определив конкретные физические структуры, ответственные за реализацию различных генетических функций.
- Эта программа потребовала перехода к генетическим исследованиям на микроорганизмах, т.е. к новому уровню исследований.

## 12.19 Современный этап в развитии генетики



*Современный этап  
в развитии генетики*

## 12.20 Молекулярная биология

### **Молекулярная биология**

- В 40-х гг. господствует представление, что гены – особый тип белковых молекул.
- В 1944г установлено, что генетические функции в клетке выполняет не белок, а макромолекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).
  - Это открытие положило начало новой области – молекулярной биологии.
  - Термин «молекулярная биология» ввел У. Астбери
  - В 1953г. Ф.Крик (Англия) и Д.Уотсон (США) выявили пространственную структуру ДНК и создали ее модель в виде двойной спирали, элементы которой повторяются в строгой последовательности.
- Молекулярная биология установила принципы организации разных субклеточных частиц, вирусов, путь их биогенеза в клетке.
- На базе молекулярной биологии в 70-х гг. развиваются методы генной инженерии (внедрение в клетку желаемой информации), а также методы выделения в чистом виде фрагментов ДНК.
- В 80-х гг. процесс выделения генов и получения из них различных цепей автоматизируется. Генная инженерия в сочетании с микроэлектроникой открывает новые перспективы исследования и управления законами живой материи.
  - В прессе активно обсуждаются возможности рождения ребенка «из пробирки».

## 12.21 Молекулярный механизм передачи наследственной информации

### ***Молекулярный механизм передачи наследственной информации***

- Выяснение основной функции гена как хранителя информации о строении определенной полипептидной цепи поставило перед молекулярной генетикой вопрос:
  - каким образом осуществляется перенос информации от генетических структур (ДНК) к морфологическим структурам, другими словами,
  - каким образом записана генетическая информация и как она реализуется в клетке.
- Согласно модели Уотсона - Крика, генетическую информацию в ДНК несет последовательность расположения оснований.
  - В ДНК заключены четыре элемента генетической информации.
  - В белках было обнаружено 20 основных аминокислот.
  - Необходимо было выяснить, как язык четырехбуквенной записи в ДНК может быть переведен на язык двадцати буквенной записи в белках.
- Решающий вклад в разработку этого механизма внес Г. Гамов (1954, 1957). Он предположил, что для кодирования одной аминокислоты используется сочетание из трех нуклеотидов ДНК
  - Кодон - элементарная единица наследственного материала, кодирующая одну аминокислоту.
- В 1961 г. доказано,
  - в каждом гене есть строго фиксированная начальная точка, с которой фермент, синтезирующий РНК, начинает «прочтение» гена, причем читает его в одном направлении и непрерывно.
  - размер кодона действительно равен трем нуклеотидам
  - наследственная информация, записанная в ДНК, читается от начальной точки гена «без запятых и промежутков».

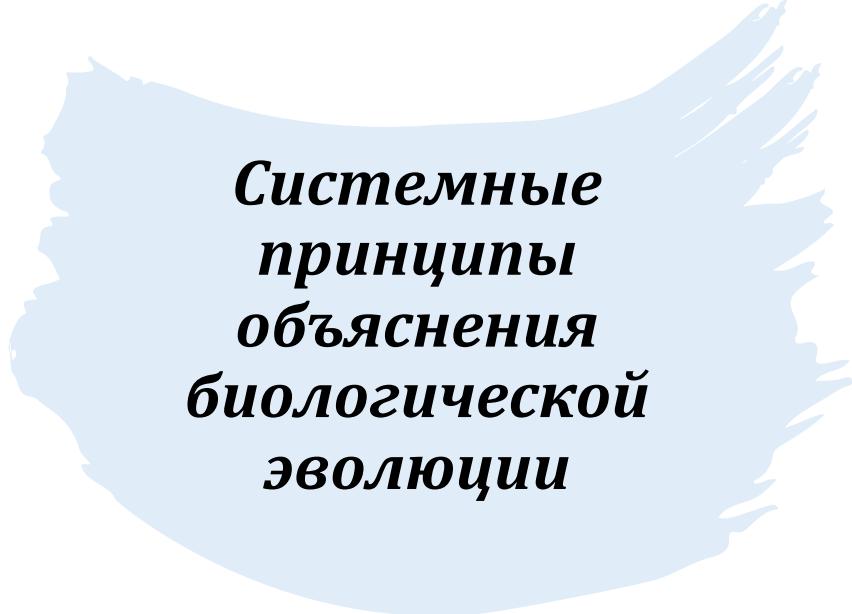
## 12.22 Формы естественного отбора

### ***Формы естественного отбора***

Концепция естественного отбора И. И. Шмальгаузена: три формы отбора

- Положительный (ведущий) отбор в направлении нарастания, усложнения признака;
- Отрицательный (ведущий) отбор в направлении упрощения или уменьшения признака;
- Нейтральный (стабилизирующий) отбор, поддерживающий установившуюся нормальную величину и строение признака.
  - В результате происходит стабилизация формообразования, которая выражается в развитии регуляторных механизмов, обеспечивающих независимость индивидуального развития организма (онтогенеза).
  - популяция сохраняет свой нормальный фенотип, несмотря на непрерывное муттирование и накопление мутаций, следовательно, непрерывную перестройку генотипа
- Эволюционная роль стабилизирующей формы отбора – охрана нормы адаптации.
  - Эволюция организмов, живущих в меняющихся условиях, не ограничивается выработкой одной нормы.
  - Преимущества в борьбе за существование будут на стороне некоторой средней нормы в типичных условиях.
  - В других реальных условиях преимущества будут на стороне тех или иных уклонений от этой главной нормы.

## 12.23 Системные принципы объяснения биологической эволюции



***Системные  
принципы  
объяснения  
биологической  
эволюции***

## 12.24 Классическая популяционно-генетическая модель биологической эволюции

### ***Классическая популяционно-генетическая модель биологической эволюции***

- **Генетический подход** характерен для синтетической теории эволюции неодарвинизма, согласно которой под действием естественного отбора происходит процесс изменения частот генов в генофонде популяции.
  - На уровне генотипов особей накапливаются полезные наследственные уклонения, определяющие фенотипические признаки и адаптивные возможности.
- Классическая популяционно-генетическая модель биологической эволюции в неодарвинизме
  - видообразующую роль играет мутация в структурных генах.
  - Положение: приобретенные признаки не наследуются, - составляет базовую аксиому генетического подхода.
- Проблема классической схемы объяснения
  - факт независимости морфологической эволюции (макроэволюции) от эволюции структурных генов (микроэволюции), выявленный современными исследованиями.

## 12.25 Эпигенетический подход в объяснении биологической эволюции

### ***Эпигенетический подход в объяснении биологической эволюции***

- Выделяет эволюционную роль негенетических информационных потоков в жизни организма и вида.
  - Микроэволюционный процесс обуславливает постепенное изменение и выживание наиболее приспособленных вследствие преимущества в данных условиях.
  - Макроэволюционный процесс связан с изменениями системными, возникающими, например, в результате комбинирования комплексов свойств.
  - Наличие гетерогенной (генетической и эпигенетической) информации отмечается исследователями в области генетики, экологии, эмбриологии.
- Несовпадение информационных потоков обусловлено связью между структурными генами и регуляцией их количества и продукта, то есть процессом самоорганизации, в котором возникает дополнительная информация, незакодированная в геноме и не поступившая из окружающей среды, а обязанная своим происхождением пространственной организации в процессе морфогенеза.
- Динамической единицей памяти (в отличие от генетической единицы) выступает «Эпиген».

- **Генетический подход** представляет наиболее общую стратегию исследования, согласно которой материалом эволюции служит неопределенная изменчивость, включающая как генетически обусловленные нормы реакции фенотипов, так и вариации фенотипа, обусловленные различием условий жизни.
  - При этом расширение нормы реакции сначала выражается в возникновении спектра возможных состояний фенотипа.
- **Эпигенетический подход** обращен к закономерности развития (вида и особи), которая определяется целым.
  - В учении о макроэволюции развивается представление о выживаемости вида, которая зависит от формирования потенциальной нормы, определяющей некий коридор индивидуальных возможностей самоорганизации в конкретных условиях жизни.
  - Этот нормативный коридор обеспечивает различие индивидуальных норм реакции на условия жизни. Благодаря ему, вид способен переносить катастрофические ситуации, ставящие на грань вымирания среднестатистическую массу особей.
- **Идея эпигенетической эволюции.**
  - Основанием служит факт автономности индивидуального развития (онтогенеза) от генотипа, выделенный в исследованиях И.И. Шмальгаузена.
  - Эволюционное развитие связано с изменением нормы реакции (биохимической, инстинктивно-физиологической), несущей главную эпигенетическую информацию
  - В катастрофических условиях диапазон адаптивной нормы реакции определяет границы выживаемости вида
  - **Феномен предаптации - потенциальная способность сохранения вида** - определен широтой нормы реакции.

## 12.26 Системные принципы объяснения биологической эволюции

### *Системные принципы объяснения биологической эволюции*

- Традиционный для дарвинизма подход связан с выяснением происхождения видов на основе субвидовых подразделений (популяций) по принципу «снизу вверх» - от событий, происходящих с особью или вообще с элементами, к их совокупности.
- Опыт биологических исследований в XX в. привел к убеждению, что понять целое можно только через знание существенных для целого свойств его частей.
  - Системный принцип объяснения биологической эволюции выделяет макроусловия жизни - взаимосвязь процессов в геосфере и биосфере
  - **Выживаемость вида** определена возможностью потенциального приспособления, которое получило название **преадаптации**.
  - **Адаптация** – это способность к саморегуляции в соответствии с наличными условиями, которая обычно выражается в увеличении численности вида,
  - **Преадаптация** предполагает не просто умножение числа особей в соответствии со средой существования, а способность переносить катастрофические условия, которые могут оказаться длительными.

## 12.27 Неуглеродная форма жизни

### *Неуглеродная форма жизни*

- <https://ya.ru/video/preview/3419814049363008194>

## 13 Лекция 08.04.2024 (Шипунова О.Д.)

### 13.1 Эволюция физического и органического мира Земли в естествознании

# Лекция 13. Эволюция физического и органического мира Земли в естествознании

Концепции о  
происхождении  
Солнечной системы

Концепции об эволюции  
макромира

Физический мир Земли

Геохимическая  
концепция истории  
Земли

Глобальная тектоника

Эволюция  
органического мира  
Земли

Концепции о  
происхождении жизни

## 13.2 Концепция о происхождении Солнечной системы шведских астрономов

Концепция о  
происхождении  
Солнечной системы  
шведских астрономов  
Х. Альвена  
Г. Аррениуса

Механизм образования  
планет единство  
гравитационных,  
электромагнитных и  
магнитогидродинамичес-  
ких взаимодействий,  
происходящих в горячей  
плазме.

- К моменту образования планет должны сложиться определенные условия.

Центральное тело (звезда) уже должно существовать и обладать магнитным полем, превышающим некоторое критическое значение.

Звездная окрестность должна содержать разреженную плазму.

- В отношении молодого Солнца эти условия выполняются:
- Солнце имеет магнитное поле, источником плазмы в околосолнечном пространстве служит его корона.
  - Мощное гравитационное поле молодого Солнца притянуло поток газопылевых частиц межзвездного пространства. Так возникла область вторичных тел Солнечной системы.

Концепция Х.Альвена и Г.Аррениуса подтверждается сравнительными исследованиями изотопного состава вещества метеоритов, Солнца и Земли.

- В частности обнаружены совпадения изотопного состава метеоритов и Земли и отклонения в одноименном ряду изотопов Земли и Солнца.
- Это говорит о том, что в истории Солнечной системы существовала первоначальная газопылевая туманность и некоторая, значительно меньшая часть вещества с иным изотопным составом, поступившая из другого газопылевого облака. Она и послужила материалом для формирования метеоритов и частично планет. Смешение двух облаков, произошедшее примерно 4,5 млрд. лет назад, положило начало образованию Солнечной системы.

### 13.3 Физические характеристики Солнца

#### Физические характеристики Солнца

Диаметр - 1392700 км.  
Температура поверхности - 6000 К.  
Ускорение свободного падения - 274 м/с<sup>2</sup>.

Человек массой 60 кг весил бы на Солнце более 1,5 тонн.

- В химическом составе Солнца преобладает водород, второй по своему присутствию – гелий. На Солнце обнаружены все химические элементы, присутствующие на Земле.

**Фотосфера** внешняя оболочка Солнца толщиной 300 км излучает солнечную радиацию. Выше слоя фотосферы располагается **солнечная атмосфера**

Нижний слой солнечной атмосферы – **хромосфера**, в которой происходят постоянные вспышки солнечного газа (похожие на языки пламени).

**Солнечная корона** заполняют все межпланетное пространство Солнечной системы, образуя «солнечный ветер». Скорость частиц солнечного ветра 300-500 км/с. Земли они достигают через 2-10 минут.

- Солнечный ветер уносит от Солнца энергию и ежегодно около  $1,4 \cdot 10^{13}$  тонн вещества.
- Для Солнца эти потери так малы, что могут привести к уменьшению массы Солнца на 1% лишь через 100 млрд. лет

## 13.4 Основной спектр солнечной радиации

### Основной спектр солнечной радиации

- Солнце излучает энергию в виде электромагнитных волн различной длины.
- Ультрафиолетовая радиация или химическая радиация, которая сильно воздействует на живые организмы.
  - Она вызывает изменения кожного пигмента, загар, ожог. Ее доля в энергетическом балансе земли не превышает 7%.
- Световая радиация, или собственно солнечный свет, составляет 46% энергетического баланса Земли.
- Инфракрасная, невидимая глазу радиация, составляет 47 %.
- Внутренняя часть Солнца недоступна наблюдению. Температура внутри Солнца настолько велика, что булавочная головка, нагретая до такой температуры, излучала бы столько тепла, что человек на расстоянии 150 км от нее сгорел бы мгновенно.
- Согласно современным представлениям внутренняя часть Солнца - своеобразный атомный котел гигантских размеров, где под давлением около 100 млрд. атмосфер происходят сложные ядерные процессы, во время которых водород превращается в гелий.

## 13.5 Солнечная система

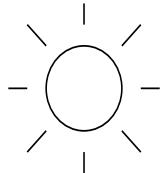
Все планеты вращаются вокруг Солнца в одном направлении и почти в одной плоскости, называемой эклиптикой. Расстояние от центра Солнечной системы до орбиты последней планеты – Плутона составляет 5,5 световых часов.

### Солнечная система

### Движение Солнечной системы во Вселенной

<https://dzen.ru/video/watch/658031cb70997d/f602cfegg?f=d2d>

#### Строение солнечной системы.



- Меркурий
- Венера, имеет атмосферу из углекислого газа ( $\text{CO}_2$ )
- Земля, имеет кислородную атмосферу ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , и др.)
- Марс
- Юпитер, имеет атмосферу из метана ( $\text{CH}_4$ )
- Сатурн
- Уран
- Нептун
- Плутон

Все планеты светят отраженным светом и по своему размеру и массе значительно меньше Солнца. Например, Земля в 100 раз меньше Солнца. Некоторые планеты имеют спутники. У Земли и Плутона - по одному спутнику, У Марса и Нептуна – по два. Уран имеет 5 спутников, Сатурн – 32, а Юпитер – 39.

Строение всех планет слоистое. Слои различаются химическим составом и физическими характеристиками.

## 13.6 Физические характеристики Земли

### Физические характеристики Земли

- **Форма Земли** - эллипсоид вращения (или геоид). Ее можно сравнить с шаром, сплюснутым у географических полюсов.
  - Радиус Земли ~ 6,3 тыс. км.
  - Площадь поверхности – 510 100 000 квадратных км.
  - Объем Земли составляет  $1,083 \cdot 10^{12}$  кубических км.
  - Масса Земли –  $5,976 \cdot 10^{27}$  г.
- Земля обладает гравитационным, магнитным, электрическим полями.
- **Гравитационное поле Земли** складывается из сил тяготения, направленных везде перпендикулярно земной поверхности, и радиальной составляющей центробежной силы, возникающей, благодаря собственному вращению Земли.
  - Главные характеристики гравитационного поля: распределение масс внутри Земли и ускорение свободного падения ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ).
  - В среднем ускорение свободного падения в районе экватора составляет  $9,78 \text{ м/с}^2$ , на полюсах  $9,83 \text{ м/с}^2$ . Малый порядок изменения гравитационного поля позволяет говорить о его постоянстве, которое обеспечивает достаточно устойчивое существование макромира.

## 13.7 Геомагнитное поле

### Геомагнитное поле

- Геомагнитное поле складывается из двух частей: постоянного и переменного магнитного поля.
  - В каждой точке земного пространства можно определить направление магнитного поля (по стрелке компаса) и измерить его напряженность.
    - В первом приближении магнитное поле Земли моделируется полем однородного намагниченного шара, магнитный момент которого направлен под углом 11,5° к оси собственного вращения Земли.
- Постоянное магнитное поле Земли напряженностью 0,5 эрстед обусловлено внутренним строением Земли.
  - Распределение постоянного магнитного поля в разных точках земной поверхности наносится на географические карты в виде особых линий магнитного склонения. Отклонения фактического действия магнитного поля от расчетного распределения, называют магнитной аномалией.
- Причиной переменного магнитного поля выступают электрические токи, текущие в верхних слоях земной атмосферы – ионосфере, которая была открыта совсем недавно.
  - Магнитные возмущения представлены кратковременными колебаниями напряженности магнитного поля и магнитными бурями

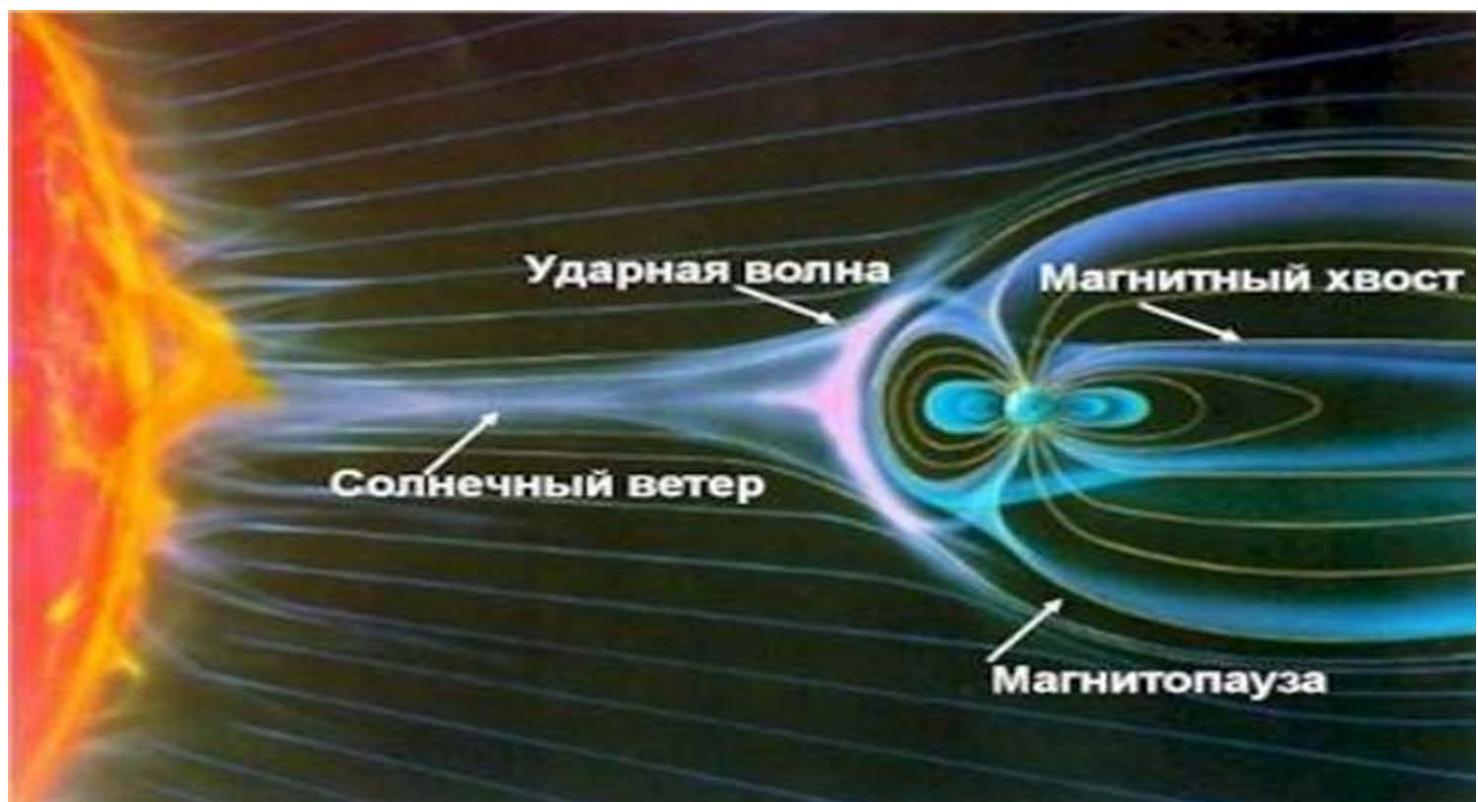
## 13.8 Электромагнитное поле Земли

- **Электрическое поле Земли** определено полярностью зарядов земной поверхности и верхних слоев атмосферы. Атмосферное электричество - причина грозовых разрядов.
  - Полный электрический заряд Земли принимается равным нулю. Установлено, что литосфера и гидросфера обладают отрицательным зарядом, распределенным с некоторой поверхностной плотностью. Суммарный поверхностный заряд, который составляет  $5,7 \cdot 10^5$  кулон, поддерживает электростатическое поле Земли.

### Электро- магнитное поле Земли

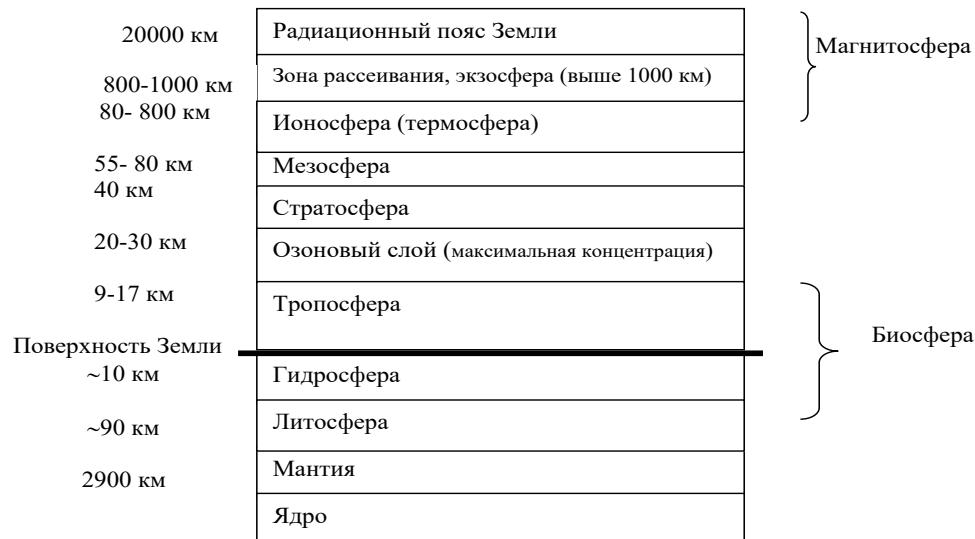
#### Значение электромагнитного поля Земли

- Вариации единого электромагнитного поля Земли связаны с солнечной активностью и состоянием **ионосферы**.
- Электромагнитные поля в широком диапазоне частот (от сверхвысоких радиочастот - до медленно меняющихся магнитных и электрических полей) выступают носителями информации на всех уровнях живой и неживой природы (от молекулярного уровня - до биологического).
- Все, что есть на Земле, сформировалось в сфере действия электромагнитных полей и сохранило чувствительность к ним.
- Полагается, что все исторические изменения электромагнитного и геомагнитного характера записаны в кристаллах и представляют своего рода информационный фонд эволюции макромира.



## 13.9 Строение Земли

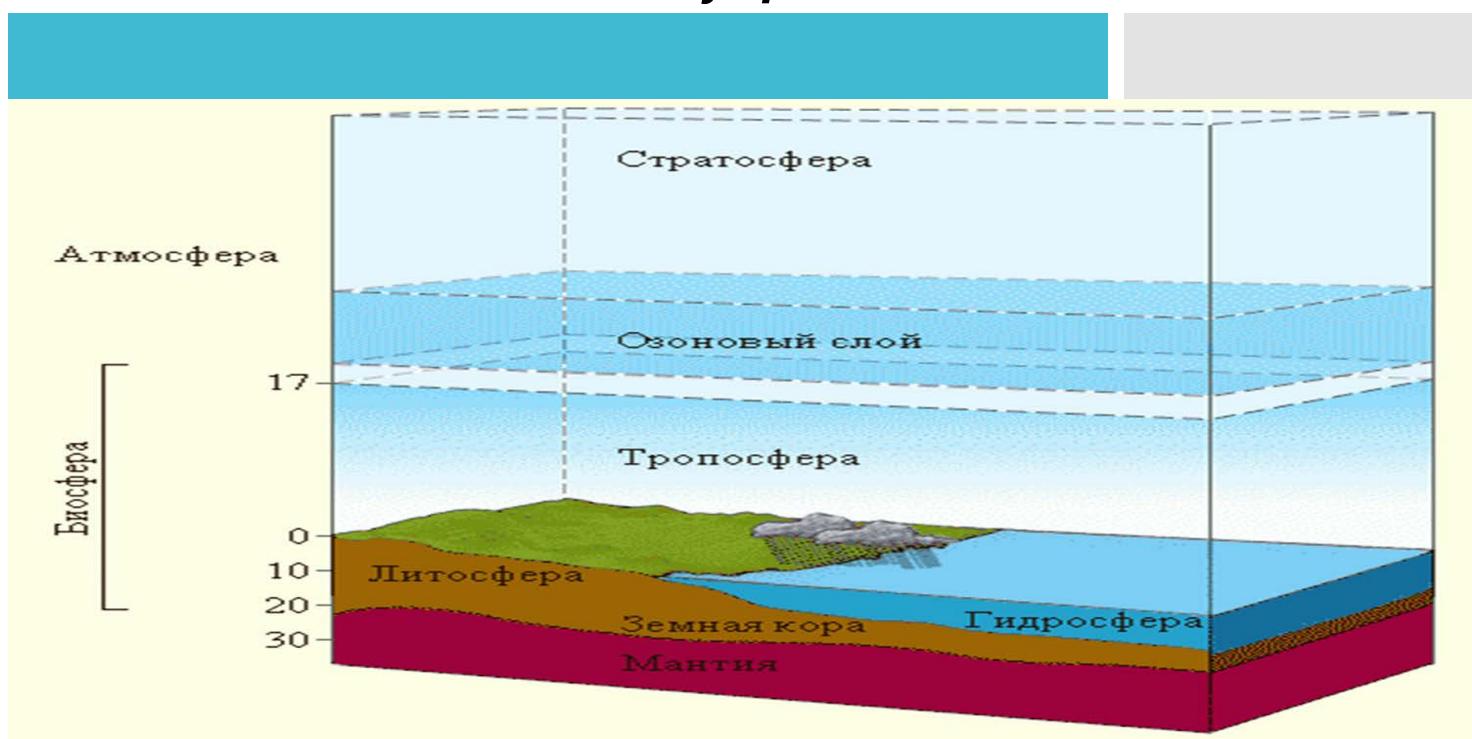
### Оболочки Земли

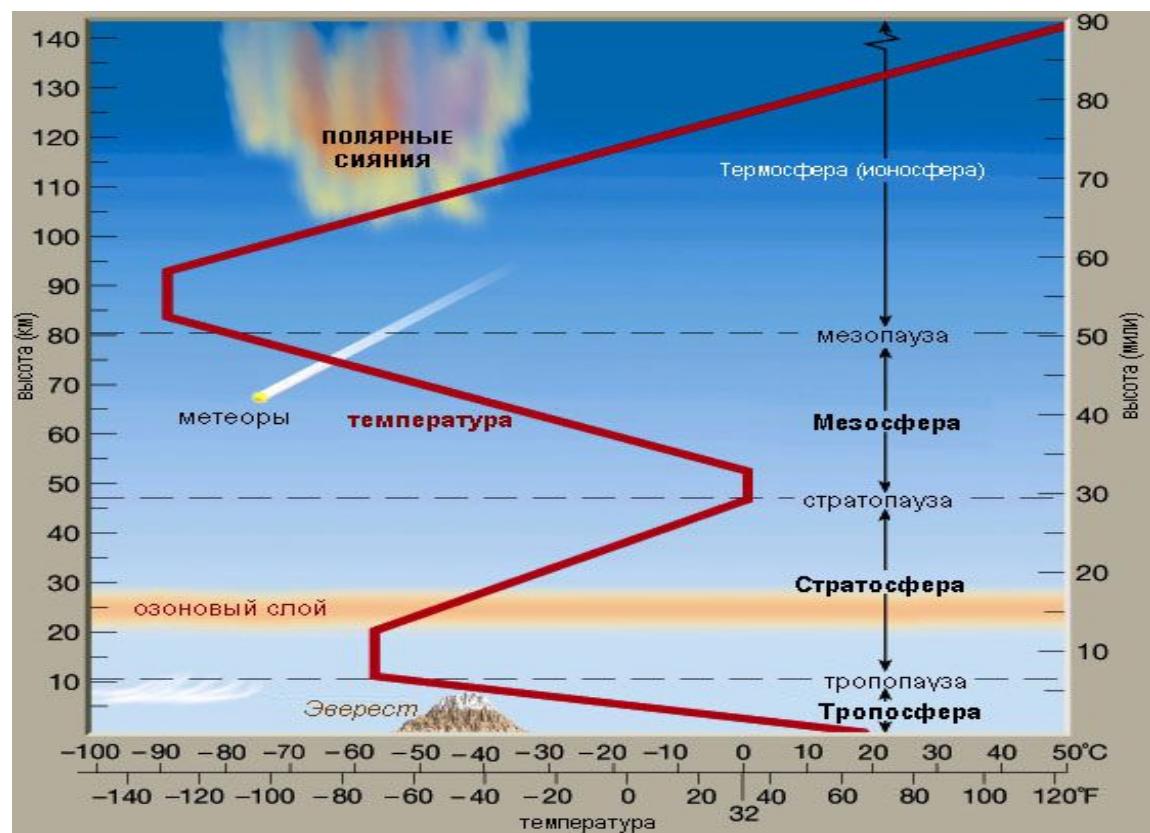


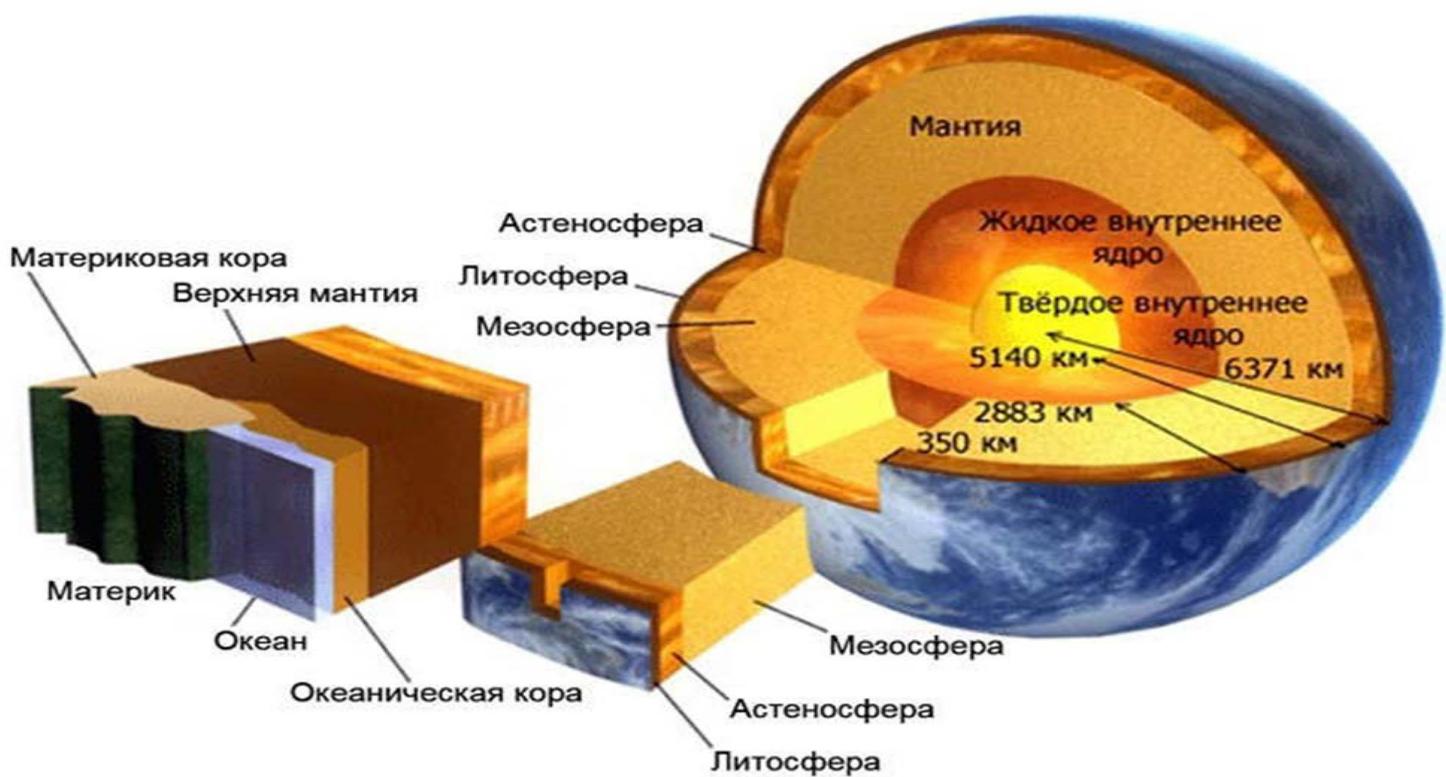
Строение  
Земли

*Биосфера* охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Представление о биосфере как особой живой оболочке Земли впервые сформулировал австрийский геолог Э.Зюсс в 1875 г.

## Геосфераы







## 13.10 Эволюция макромира Земли

### Эволюция макромира Земли

- В современном естествознании **макромир Земли** представлен комплексной географической (или ландшафтной) оболочкой земного шара, в веществе которой может находиться в трех агрегатных состояниях.
- Толщина ландшафтной оболочки составляет приблизительно 0,01 земного радиуса, но именно в этой оболочке сосредоточивается тепло Солнца, существуют растения и животные, происходит интенсивный обмен и преобразование различных видов энергии.
  - Сюда включаются: земная кора, гидросфера, тропосфера, часть стратосферы, а также почвы, растительный и животный мир – то, что в современном естествознании обозначается термином биосфера.
- Геосфера, лежащие выше и ниже, включают вещество только в одном из трех агрегатных состояний, например, жидкое - в мантии, или газообразное - в высоких оболочках Земли.
- В эволюции макромира (история Земли), различаются уровни становления физического мира Земли и становления органического мира Земли.
- Отсчет геологических эпох ведется от момента образования земной коры. Предполагают, что это событие в истории Земли произошло приблизительно 4,6 млрд. лет назад.
- Далее вся геохронология, так или иначе, связана с развитием органической жизни, которая составляет основное содержание истории древней и молодой Земли.

## 13.11 Эволюция физического мира Земли

### Эволюция физического мира Земли

- Начало истории Земли связывают с образованием геофизических оболочек (земной коры и атмосферы).
- Три основных этапа в становлении макромира Земли связаны с изменениями состава атмосферы.
- **Безатмосферный этап** в эволюции макромира соответствует начальному состоянию образования планеты.
- **Первичная атмосфера** появляется в результате образования земной коры и вулканической деятельности.
  - По мере конденсации водяных паров возникает Мировой океан. Период существования первичной атмосферы, в химическом составе которой преобладал углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) оценивается в ~2 млрд. лет.
- **Современная кислородная атмосфера** ( $21\%\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и др.) формируется уже благодаря процессам фотосинтеза, и невозможна без живых организмов и растений
  - Вес атмосферы, в которой мы живем, составляет 5300000 млрд. тонн.

## 13.12 Концепции о строении и эволюции земной коры (литосферы)

### Концепции о строении и эволюции земной коры (литосферы).

- Современные геодезические измерения показывают, что практически вся поверхность Земли находится в непрерывном движении: 0,01 - 0,1 мм в год. Заметные перемещения земной коры накапливаются в течение долгого геологического времени порядка сотен млн. лет.
  - Область естествознания, изучающая строение земной коры и процессы, лежащие в основании ее деформаций, сложилась в XVIII-XIX вв. и получила название геотектоника (от греч. *gē* – земля и *tektonikós* – относящийся к строительству).
  - Развитие геотектоники тесно связано с данными палеонтологии, палеогеографии, изучением полезных ископаемых.
- Эволюционные модели развития Земли в естествознании представлены тектоническими гипотезами о причинах движений и деформаций земной коры.
- Тектонические движения подразделяются на вертикальные и горизонтальные.
  - Преобладание вертикальных движений лежит в основании поднятий земной коры – горообразовании, а также выступают основной причиной накопления толщи осадочных пород в океанах, морях и отчасти на суше.
  - Горизонтальные тектонические движения проявляются в сдвигах отдельных блоков земной коры относительно других. В этом усматривают причину образования океанических впадин и срединно-океанических хребтов.

### 13.13 Концепция глобальной тектоники

#### Концепция глобальной тектоники

- В начале XXв. формируется **концепция мобилизма**, согласно которой решающую роль в образовании ландшафта Земли играют горизонтальные тектонические движения.
- Во второй половине XXв. эта идея получила фактические подтверждения, легла в основание концепции **новой глобальной тектоники, или тектоники литосферных плит**.
  - В последние десятилетия XX в. внутренне строение Земли исследуется с помощью искусственных спутников. Космические методы позволили установить современные границы тектонических плит и характер их движения
  - Согласно новой глобальной тектонике, литосфера разделена на жесткие плиты, отделенные друг от друга тектоническими разрывами (швами) по осевым линиям сейсмических поясов Земли.
  - Плиты не точно совпадают с материками, захватывая части океанического дна, образовавшиеся в древние времена, главным образом в мезозое и кайнозое.
  - Предполагается, что под жесткими литосферными плитами располагается более пластичная астеносфера, в которой существуют конвективные течения. Поэтому плиты могут скользить.
  - Современные исследования показывают, что литосферные плиты испытывают друг относительно друга определенные усилия: раздвигающие (с образованием рифтов и затем океанов), поддвигающие (с погружением одной плиты под другую), сдвигающие (приводящие к горизонтальному смещению).

## 13.14 Геохимическая концепция эволюции Земли

### Геохимическая концепция эволюции Земли

Геохимия – наука, изучающая историю элементов земной коры, начала формироваться в 20-х гг. XXв., в трудах В.И.Вернадского, А.Е.Ферсмана, В.М.Гольдшмидта, Ф.Кларка

- Геохимические концепции опираются на представление о миграции атомов в магме, гидросфере, литосфере, атмосфере на разных уровнях. Наиболее общие виды миграции элементов представлены механической, физико-химической, биогенной, техногенной миграцией.
- **Механическая миграция элементов** связана с речной эрозией почвы, работой ветра (переносом песка и пыли), ледников, морских течений.
  - Механическая миграция всегда сопровождается физико-химическими и часто биогеохимическими процессами.
- **Физико-химическая миграция** – перемещение химических элементов в природных водах, магме, атмосфере. Такого рода миграция связана с процессами диффузии, сорбции, растворения, осаждения.
  - В природных водах содержатся помимо ионов недиссоциированные молекулы многих веществ, в том числе органических, а также комплексные ионы.
  - В минералах были открыты свободные радикалы, которые образуются под воздействием ультрафиолетовых и радиоактивных излучений и других физических факторов.
  - Ионный обмен, возникающий в гидротермальных условиях, играет важную роль в земной коре. В такой обмен вступает слюда, полевой шпат и многие минералы, содержащие титан, tantal, серу. При фильтрации вод через горные породы происходят электрохимические процессы.
  - Ионная миграция характерна и для процессов, происходящих при температурах и давлениях, близких к условиям земной поверхности.
  - Многие химические элементы мигрируют в земной коре в газообразном состоянии.

## 13.15 Биогенная миграция элементов

### Биогенная миграция элементов

- **Биогенная миграция элементов** связана с происходящими в биосфере энергетическими процессами, в частности с деятельностью организмов, преобразующей солнечную энергию в энергию геохимических процессов.
  - Наибольшее влияние химической работы живого вещества испытывают земные поверхности в ландшафтах материков и верхних горизонтах океана.
  - Непрерывный обмен энергией происходит в почве, иле, подземных водах.
- **Миграция элементов в биосфере** обеспечивает взаимосвязь различных оболочек Земли. За миллиарды лет благодаря фотосинтезу огромное количество солнечной энергии превратилось в энергию химических связей органических соединений, а в атмосфере накопился свободный кислород
- В результате биогенной миграции возникает биогенное и биокосное вещество.
  - **Биогенное вещество** в своем происхождении связано с деятельностью живого организма, или является продуктами его деятельности (например, известняки, горючие ископаемые - уголь, нефть).
  - **Биокосное (абиогенное)** вещество имеет органическую основу, не является продуктом деятельности живого организма, например почва.
  - Миграция энергии и вещества в биосфере представлена сложными биогеохимическими циклами.
    - Начальный момент этих циклов связан с использованием солнечной энергии растениями (фотосинтезом), в результате которого появляется биогенное вещество.

## 13.16 Живое вещество в эволюции Земли. Закон Вернадского

Живое  
вещество в  
эволюции  
Земли

Закон  
Вернадского

- Содержание закона Вернадского:
- Живое вещество - главная химическая сила земной поверхности
- Элементы в биосфере мигрируют либо при участии живого вещества, либо в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом, населяющим в данный момент биосферу или жившим в течение геологической эпохи.
  - Живые организмы осуществляют миграцию газов и их преобразование, химические превращения веществ, содержащих атомы переменной валентности (железо, марганец и др.), аккумулируют химические элементы из внешней среды.
  - Горючие и осадочные горные породы в своей основе созданы живым веществом планеты.
  - С деятельностью микроорганизмов связано появление в подземных водах  $H_2S$ , осаждение сульфидов металлов, образование руд, несущих медь, уран, селен.
  - Жизнедеятельность организмов и связанные с ней процессы разложения органического вещества обеспечивают постоянный круговорот вещества и энергии, в котором участвуют все химические элементы.

## 13.17 Техногенные аномалии

### Техногенные аномалии

- Техногенная миграция элементов в геосферах связана с загрязнением - фактор разрушения биосферы и земной коры.
- Техногенные геохимические аномалии:
  - Литохимические аномалии – в почвах, городах, строениях.
  - Гидрогоеохимические – в водах,
  - Атмогеохимические – в атмосфере,
  - Биогеохимические - в организмах.
- В горнопромышленных районах изменяется режим подземных вод, заболачиваются и засоляются почвы.
- В дорожных ландшафтах за счет выхлопных газов изменяется состав атмосферы, почвы, изменяется флора и фауна.

## 13.18 Геохимические этапы Эволюции физического мира

### Геохимические этапы Эволюции физического мира

#### • *Образование первичной атмосферы и первичного океана.*

- В результате плавления и дегазации верхней мантии на поверхности Земли скапливалась базальтовая магма. Каждое излияние базальтов сопровождалось выносом определенного количества воды, а также газов: CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, S, He, Ne, Ar, Kr, Xe, - среди которых преобладал углекислый газ (CO<sub>2</sub>).
- При температуре поверхности молодой Земли (370 К) основная часть первичной атмосферы состояла из паров воды и углекислого газа.
- По мере охлаждения Земной поверхности вода конденсировалась, образуя первичный океан.
- Предполагают, что первые порции сконденсированной воды были кислыми и представляли собой раствор, содержащий положительные ионы железа, хлора, брома, йода. Эти элементы и сейчас содержатся в морской воде.
- Пресные воды появились позже, благодаря процессам испарения с поверхности первичного океана.

#### *Рост земной коры и появление суши*

- Пангея – гипотетический суперконтинент, объединявший в палеозое и начале мезозоя все современные материки.

**Накопление в атмосфере азота (N<sub>2</sub>)**, на поверхности Земли - глинистых минералов и осадочных пород, которые смывались в океан.

#### *Появление в атмосфере кислорода (O<sub>2</sub>)* в результате фотосинтеза.

- Изучение изотопной истории кислорода показало, что свободный кислород образовался преимущественно за счет разложения воды фитопланктоном. Появление фотосинтезирующих организмов повлекло изменение химического состава первичной атмосферы и Мирового океана

## 13.19 Органический мир Земли на основе углеводородных соединений

### Органический мир Земли на основе углеводородных соединений

- Углеводородные соединения сыграли решающую роль в преобразовании атмосферы Земли и почвы.
- Распространение углеродистых соединений на Земле связано со способностью создавать разнообразные соединения, которые хорошо растворяются воде.
- Небольшие изменения в строении молекул в углеродных соединениях приводят к существенным изменениям их химической активности.
  - Например, соединения углерода с кислородом, водородом, азотом, серой, железом обладают каталитическими свойствами.
- В эволюции органического мира Земли выделяют этапы, которые отличаются своим результатом и структурной основой эволюционирующих систем:
  - возникновение углеродистых органических соединений, в результате которого образовалось особые сложные формы органического вещества (коллоиды, коацерваты);
  - возникновение сложных биополимеров (нуклеиновых кислот, полисахаридов, аминокислот, белков) и механизма их саморепродукции;
  - появление клетки как самовоспроизводящейся живой формы;
  - появление саморепродукции многоклеточной организации живых форм.

## 13.20 Условия Химической эволюции

### Условия Химической эволюции

### Формирование легких оболочек Земли

- *Три точки зрения относительно синтеза природных органических веществ*
  - Углеводороды могли образоваться во Вселенной из неорганического сырья.
  - Углеводороды могли образоваться в недрах Земли и выйти на поверхность в результате вулканической деятельности.
  - Углеводороды могли возникнуть в океане под воздействием солнечной радиации в первичной атмосфере по мере накопления простых соединений содержащих водород, углерод, кислород, азот, серу, фосфор.
- Процесс возникновения макромолекул углеводородов характеризует древнюю историю Земли, составляет содержание **химической эволюции**.
  - Поверхность Земли остывает, появляются огромные водоемы.
  - Активная вулканическая деятельность сопровождается выбросом карбидов – соединений углерода с металлами. Карбиды смываются водой в океан, где взаимодействуют с водой, образуя углеродистые соединения.
  - Нарастающая концентрация углеводородов в первичном океане приводит к возникновению комплексных макромолекулярных соединений.
  - Образуется насыщенный углеводородами океан - «первичный бульон».
  - В Криптозое, в эру Архея (3,5 – 2,6 млрд. лет назад) появляются первые безъядерные клетки – прокариоты, которые способны жить в бескислородной среде.

## 13.21 Биохимическая эволюция

### Биохимическая эволюция

#### Возникновение биополимеров

- *Идея abiогенного синтеза биополимеров*
- Естественные условия биохимического синтеза в истории Земли:
  - 1) высокая концентрация исходных углеводородов в первичном бульоне,
  - 2) бескислородная (восстановительная) среда,
  - 3) высокая температура,
  - 4) ионизирующее и ультрафиолетовое излучение.
- *Гипотеза о восстановительном характере первичной атмосферы*  
Американский ученый Г. Юри.
  - Атмосферная среда древней Земли, насыщенная инертными газами (гелием, неоном, аргоном), а также водородом, метаном, аммиаком и азотом, способна породить новые сложные органические соединения с новыми свойствами.
  - В пользу этой гипотезы свидетельствует наличие в самых древних породах металлов в восстановительной форме (например, двухвалентное железо).
  - Стэнли. Миллер смоделировал в лаборатории условия первичной атмосферы и показал, что основа живых организмов – углеводороды гораздо легче синтезируются в бескислородной восстановительной среде.
  - Воздействуя на смесь инертных газов ионизирующими излучением (электрическим зарядом), С.Миллер синтезировал аминокислоты, а также мочевину, уксусную и муравьиную кислоты.

## Биохимическая эволюция

Формы энергетического обмена:  
анаэробное брожение  
фотосинтез  
дыхание

- В Криптозое, в эру Архея (3,5 – 2,6 млрд. лет назад) появляются первые безъядерные клетки – прокариоты, которые способны жить в бескислородной среде, на основе разложения органических веществ с помощью анаэробного брожения с выделением свободного метана.
- Со временем происходило уменьшение запасов свободных органических веществ, преимущественно получали организмы, синтезирующие органические соединения из неорганических.
- Предполагается, что около 2 млрд. лет назад возникли первые фототрофные организмы типа цианобактерий (сине-зеленых водорослей), способные использовать световую энергию для синтеза органических соединений из углекислоты и воды, выделяя при этом свободный кислород.
- Появились организмы, не только потребляющие органические вещества, но и производящие.
- Последующее насыщение атмосферы кислородом привело к появлению озонового экрана, защитившего поверхность Земли от ультрафиолетового излучения.
- Окислительный характер сложившейся атмосферы положил конец абиогенному синтезу органических веществ.
- С тех пор производителями органического вещества в биосфере становятся живые организмы.

## 13.22 Этапы биохимической эволюции

### Этапы биохимической эволюции

- **Появление матричного кода саморепродукции белковых макромолекул на основе нуклеиновых кислот.**
  - Установлено, что макромолекулярные (доклеточные) системы, содержащие в качестве компонентов белки и нуклеотиды, могут репродуцировать свои составные части. Такая система проявляет функции живой клетки, но не является живым существом - одноклеточным микроорганизмом.
- **Первые микроорганизмы – прокариоты** (археи и бактерии)
  - могут жить в бескислородной среде (анаэробы) и в среде с разным содержанием кислорода (аэробы). Их возраст оценивается в 4-3,5 млрд. лет.
  - около 2 млрд. лет назад появились фототрофные организмы – цианобактерии (сине-зеленые водоросли), способные использовать световую энергию для синтеза органических соединений из углекислоты и воды, выделяя при этом свободный кислород .
- **Эукариоты – аэробные бактерии на основе клетки с ядром и развитой внутренней структурой**
  - первые эукариоты (дрожжеподобные организмы) появились на Земле примерно спустя 500 млн. лет после прокариот.
  - Аэробный обмен (дыхание), по сравнению с брожением в 18 раз увеличил выход биологически полезной энергии.
    - Энергетический обмен -дыхание - окислительный процесс, в результате которого происходит распад питательных органических веществ, сопровождающийся образованием активных веществ, необходимых для поддержания жизнедеятельности.

## 13.23 Переход к биологической эволюции органического мира Земли

### Переход к биологической эволюции органического мира Земли

- ***Появление живой клетки как особой самоорганизующейся и самовоспроизводящейся структуры.***
  - Принципиальное сходство генетического кода, организации макромолекул и биохимического аппарата синтеза белков свидетельствует о единстве происхождения живого.
  - Предполагается, что существовал некий общий предок – «прогенот», давший начало трем самостоятельным ветвям простейших микроорганизмов: археям, бактериям и эукариотам.
- ***Биологическая эволюция - развитие и усложнение клеточных структур***
  - Эволюция одноклеточной организации связана с усложнением строения клетки, совершенствованием генетического аппарата и способов размножения.
  - Эволюция многоклеточной организации жизни связана с усложнением видов многоклеточных организмов (растений и животных).

## 13.24 Переход к эволюции многоклеточных структур

### Переход к эволюции многоклеточных структур

- Переход к эволюции многоклеточной организации связан с возникновением колоний одноклеточных, эти образования еще не являются многоклеточными организмами.
- *Переходные стадии многоклеточной организации:*
  - первично-дифференцированная, центрально-дифференцированная структура
    - приводят к появлению низших многоклеточных организмов: губок и кишечно-полостных.
  - Специализация тканей становится основанием морфогенеза органов.
  - Затем возникает нервная система, регуляция безусловного рефлекса
    - у беспозвоночных – ганглиолярная, у позвоночных – с центральными и периферическими отделами.
  - Совершенствуются способы полового размножения, самым сложным из которых выступает живорождение.
- *Результат эволюции многоклеточной организации* -
  - появление организмов с развитой условно-рефлекторной деятельностью, обладающих инстинктами и способностью передавать адаптивный опыт не только через генетический аппарат наследственности, но и с помощью обучения.

## 13.25 Общая картина биологической эволюции

### Эволюция форм жизни на Земле

Живая структура	Возраст	Свойства
Клетка без ядра с одной макромолекулой – прокариоты (сине-зеленые водоросли, археи, бактерии) Формы энергетического обмена со средой – хемосинтез, фотосинтез, гидролиз, производят органическое вещество из неорганики, освобождают кислород	~ 3 млрд. лет	1) Подвижность; 2) Способность запасать пищу и энергию; 3) Способность защищаться от нежелательных воздействий; 4) Способность размножаться; 5) Раздражимость; 6) Приспособление к изменяющимся условиям; 7) Способность к росту.
Одноклеточные (простейшие) – клетка с ядром - эукариоты (25-30 тыс. видов), потребляют свободный кислород. Аэробная энергетического обмена - дыхание	~ 2 млрд. лет	К 7-ми указанным свойствам добавляются: 8) Ядро простейших окружено двух мембранный оболочкой с порами, содержащими хромосомы; 9) Сложный двигательный аппарат.
Многоклеточные организмы Растения – ок. 500 млн видов Животные – ок. 1 млрд видов	~ 1 млрд. лет	В дополнение к уже указанным свойствам добавляются: указанным свойствам добавляются: 10) Разделение на растительные и животные организмы (формы). 11) Специализированные ткани 12) Нервная система

## Общая картина биологической ЭВОЛЮЦИИ

Возникновение и распространение растительных форм жизни существенным образом повлияло на геофизические оболочки: изменился состав почвы, атмосферы и воды в океане; сформировался озоновый слой, преграждающий путь жестким ультрафиолетовым лучам; остатки растений, накопленные в земной коре, создали грандиозные энергетические запасы (уголь, торф, нефть).

## 13.26 Эволюция животных организмов

### Эволюция животных организмов

- ***Твердый скелет***
  - Развитие наружного скелета у членистоногих, которое препятствовало большим размерам тела, привело к разнообразию насекомых, представленных мелкими формами.
  - Развитие внутреннего скелета у позвоночных положило начало гигантским рептилиям, а затем многообразию млекопитающих.
- ***Развитие центральной нервной системы.***
  - У насекомых связано с жестким наследственным закреплением инстинктивных форм группового поведения, фиксирующее наследственно функции особи в родовом сообществе.
    - Пример: четкая генетическая регуляция в поведении муравьев, пчел.
  - У позвоночных совершенствуется головной мозг и система условных рефлексов.
  - Развитие инстинктивных и неинстинктивных (в частности подражательных) форм поведения.
- ***Групповое адаптивное поведение***
  - Свободный образ жизни, связанный со способностью к перемещению в пространстве, привел к совершенствованию форм поведения и внутренних регуляторных систем.
  - Это в свою очередь, определило относительную независимость индивидуального развития организма от колебаний внешних средовых факторов, выживаемость отдельных особей

## 13.27 Проблема жизни в современном естествознании

### Проблема жизни в современном естествознании

- Три главных дискуссионных вопроса
- **В чем сущность жизни?**
  - В ответ на этот вопрос формулируются разные определения сущности жизни
- **Как жизнь появилась на Земле?**
  - С скачок в истории макромира от косного и абиогенного вещества на основе углеводородов к биогенному веществу, которое тоже строится на основе углеводородов, но имеет клеточное происхождение, констатируется как факт, для объяснения которого выдвигаются разные гипотезы.
  - В отечественной науке существует две точки зрения на абиогенное происхождение жизни:
    - В.И. Вернадский: жизнь возникла вместе с Землей;
    - А.И. Опарин : жизнь – это результат химической эволюции, длившейся в течение 3 млрд. лет.
  - Переход от химической эволюции к биологической - нерешенная проблема современного естествознания, которая составляет содержание новейших эволюционных концепций.
- **Как жизнь воспроизводится?**
  - Ответ на этот вопрос ищет генетика и молекулярная биология

## 13.28 Определение сущности жизни

### Определение сущности жизни

- Первое естественнонаучное определение сущности жизни : **«Жизнь есть форма существования белковых тел»**, - сформулировано в XIX в. Ф. Энгельсом.
  - Основные свойства таких тел связаны с процессами ассимиляции и диссимиляции веществ.
  - Благодаря сложным обменным процессам поддерживается устойчивая жизнь организмов.
- В XXв. было установлено, что в основе жизни лежат более простые, чем белки, вещества - нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), которые играют главную роль в постоянном воспроизведстве жизни.
- **Современная теоретическая биология трактует жизнь как особую форму материи**, которая характеризуется:
  - 1) саморепродукцией на клеточном уровне;
  - 2) энергетическим и информационным обменом со средой

## 13.29 Необходимые условия жизни на Земле

### Необходимые условия жизни на Земле

- Комплекс необходимых условий жизни включает определенное **сочетание температуры и давления, а также наличие источника энергии и атмосферы.**
- В земных условиях этот комплекс дополняется необходимым наличием углерода, воды, кислорода и достаточным количеством органических веществ.
  - Углерод составляет основу органических молекул.
  - В состав живой клетки входит 70% кислорода, 17% углерода, 10% водорода, 3% азота.
    - Эти вещества ( $O_2$ ,  $C_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ) – распространенные устойчивые химические элементы Вселенной, которые хорошо растворяются в воде.
- **Эволюционное значение энергетического фактора.**
  - В частности, И. Пригожин полагал, что энергия имела не меньшее значение для возникновения жизни, чем вещество.
  - Особое значение механизмов поглощения связано с трансформацией химической энергии, с переводом системы в неравновесное состояние, приводящее в результате фазовых изменений к структуре, которая является переходной между живой структурой (с характерной для нее самоорганизацией) и неживой.

## Необходимые условия жизни

Наличие растворителя органических веществ

Верхний температурный предел жизни в водной среде - около 100°C.

- На Земле биологическим растворителем служит вода, которая является главной составляющей живых клеток.
  - Гипотезы о возможной замене воды другим биологическим растворителем упускают из виду, что вода - активный участник биохимических процессов. Ее элементы встраиваются в макромолекулы организмов благодаря гидролизу и фотосинтезу.
  - Устранение воды приводит к совершенно иной химической структуре живого вещества.
  - Вода – одно из наиболее встречающихся соединений во Вселенной. Но, только на Земле имеется океан.
- Основной процесс, разрушающий белки, нуклеиновые кислоты и другие биополимеры – гидролиз, который протекает самопроизвольно при высоких температурах.
  - Гидролиз – химическая реакция, в которой вещества, взаимодействуя с растворителем (водой) распадаются.
  - Обнаруженные не так давно гидротермальные микроорганизмы, живущие при повышенном давлении, выдерживают температуру около 103°C.
  - Возможность выживания при высоких температурах определяется способностью воспроизводить стабильные клеточные компоненты, преимущественно белковые.

## 13.30 Концепции о происхождении жизни

### Концепции о происхождении жизни

- **Креационизм** (creation – лат. создание) - живое вещество сотворено высшей силой, все населяющие Землю виды живых существ – результат творческого акта, совершенного в определенное время.
  - Концепция креационизма опирается на Библию, согласно которой акт творения имел место только однажды, и каждый вид живых существ имеет вполне определенное предназначение в системе природы.
- В концепции **стационарного состояния жизни** утверждается, что жизнь существовала всегда.
  - В XIX в. - идеи Гельмгольца и Кельвина о блюжающих в космическом пространстве «зародышах жизни», которые, попадая на планету с подходящими условиями, дают начало биологической эволюции животных.
  - В 1865 г. Г. Рихтер - **гипотеза космозоев** (космических зачатков), в которой утверждалось, что жизнь вечна, ее зачатки населяют мировое пространство и могут переноситься с одной планеты на другую.
  - Современный вариант этой концепции - **теория панспермии**, - сформулирована шведским ученым Сванте Аррениусом.
    - Аррениус предположил, что бактериальные споры и вирусы могли уноситься под действием электростатических сил с некоторой планеты, где они существовали, а затем перемещаться в космическом пространстве под давлением света звезд.

## 13.31 Эволюционизм

### Эволюционизм

«Жизнь зарождается из исходного (живого или неживого) вещества и развивается, усложняя свои формы».

- **Античный эволюционизм :** Живые организмы непрерывно и самопроизвольно возникают из неживой материи (грязи, росы, гниющего органического вещества).
  - Со времен Аристотеля, который в истории животных описал процесс самозарождения на основе некоей природной структуры, сходной с семенем, и до XVII в. эта гипотеза была господствующей, порождая всевозможные рецепты получения червей, мышей, скорпионов.
  - Дискуссия о самозарождении в XVIII в. сопровождалась опытами итальянского натуралиста аббата Ладзаро Спалланцани (1729-1799) по стерилизации.
    - Нагревая колбу с баарней подливкой и подобным ей настоем после герметического закупоривания, обнаружил, что в ней не возникает никаких организмов, длительное время не происходит гниения. В одном из своих опытов он закупорил в колбу зеленый горох с водой, после чего держал ее в течение 45 минут в кипящей воде.
    - Дальнейшие опыты привели к убеждению, что отсутствие кислорода – необходимое условие длительного сохранения (консервирования) продуктов.
      - Для консервирования продуктов способ стерилизации впервые был применен в 1804 году парижским поваром Ф. Аппером.
    - Естественнонаучное объяснение процесса стерилизации получил уже в XIXв. Французский ученый Гей-Люссак обнаружил, что из нагретого в присутствии органического вещества воздуха исчезает кислород, который способствует гниению.

## 13.32 Концепция биогенеза

### Концепция биогенеза

- **Концепция биогенеза** была сформулирована в XVIIв. одним из первых биологов-экспериментаторов Франческо Реди (1626-1697).
  - В своей книге «Опыты по самозарождению животных», которая в течение 20 лет переиздавалась пять раз и получила широкое распространение, Реди показал, что мнение о самозарождении лягушек, скорпионов, пауков и перепелов – не подтверждается опытами. Он продемонстрировал, что на самом деле эти животные рождаются из оплодотворенных яиц.
- С того времени в биологии утвердился принцип, противоположный концепции самозарождения:
  - **«Жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни».**
- Принцип Реди: «живое из живого», лежит в основании современной концепции биогенеза, подтвержденной развитием генетики.
  - Первым подтверждением концепции биогенеза стали опыты Луи Пастера, показавшие несостоительность принципа самозарождения микроорганизмов.
  - Современной науке пока не удалось опровергнуть принцип Реди, несмотря на выдвигаемые альтернативные концепции абиогенетического развития жизни.

### 13.33 Концепция абиогенеза

#### Концепция абиогенеза

- *Главный тезис: «Жизнь возникает в результате естественного саморазвития земной материи».*
  - Современная биология исходит из трактовки жизни как особого химического феномена, отличием которого выступает проявление генетических свойств.
- В концепции абиогенеза развиваются представления о последовательности и взаимосвязи 3 эволюционных этапов в истории Земли:
  - геологической эволюции;
  - геохимической эволюции;
  - биохимической эволюции.
- Механизм химической эволюции в концепции абиогенеза объясняется способностью молекул к самосборке.
- В абиогенной концепции вопрос, откуда берется жизнь, приводит к поиску доклеточной переходной структуры.
- В современном естествознании признание получили две гипотезы, объясняющие переход от химической органической системы к генетической.
  - Коацерватная гипотеза А.И. Опарина
  - Генетическая гипотеза Г. Меллера

## 13.34 Коацерватная гипотеза А.И.Опарина

### Коацерватная гипотеза А.И. Опарина

- Основой жизни являются белковые молекулы и естественный механизм образования доклеточных переходных структур в виде сгустков белков и нуклеиновых кислот - **коацерватов**.
  - Процесс коацервации* – выпадение (и обособление) сгустков биополимеров.
  - В ряде опытов было показано, что образование подобных сгустков типично для биологических растворов (коллоидные растворы).
- В **коацерватной капле** концентрация веществ намного выше, чем в растворе.
  - Такие структуры могут адсорбировать вещества из окружающего раствора и, за счет этого, расти.
- Обособление коацерватов* связано с образованием мембранны, в которой гидрофильные части молекул обращены к раствору, а гидрофобные части ориентированы внутрь сгустка, что способствует избирательному транспорту веществ.
  - Обособленные многомолекулярные структуры, которые проявляют некоторые свойства живых клеток – **протобионты, протоклетки**,
  - коацерваты - переходные формы – протоклетки, которые подвержены отбору по принципу организации обмена и самосохранения**

## 13.35 Генетические гипотезы о переходных структурах

### Генетические гипотезы о переходных структурах

- Эволюция протоклеток составляет содержание биохимической эволюции, результатом которой является возникновение главного признака живого – способности репликации (копирования материнской клетки).
- В гипотезе голобиоза П. Деккер выдвинул в качестве переходной доклеточной структуры «биоид» - открытую микросистему, способную к метаболизму и синтезу белка
- В гипотезе генобиоза (Холдейн) переходная доклеточная структура представлена первичной макромолекулой, способной к репродукции.
  - В 80-х годах XX в. эта идея была подтверждена открытием свойств РНК
- Генетическая гипотеза Г. Меллера выделяет в качестве основы жизни нуклеиновые кислоты, которые образуют особую «цепочку» макромолекул как матрицу репродукции клетки.
  - Согласно исследованиям конца XXв., начало синтезу белковых веществ дает взаимодействие нуклеиновых кислот (носителей информации) и протеинов (катализаторов).
  - Самоорганизации биологической структуры происходит в автокаталитической реакции. В результате такой реакции возникает гиперцикл – замкнутая цепь реакций, в которой химическая реакция самоускоряется, поскольку продукт реакции сам является катализатором (М. Эйген)

## 13.36 Абиогенная концепция происхождения жизни

### Абиогенная концепция происхождения жизни

- Естественное возникновение жизни на Земле – в четыре этапа
  - Синтез низкомолекулярных органических соединений (биологических мономеров) из газов первичной атмосферы.
  - Образование биологических полимеров.
  - Формирование доклеточных структур – протобионтов, представляющих собой обособленные системы органических веществ, отделенные мембраной от внешней среды.
  - Возникновение простейших клеток, обладающих свойством репродуктивности на основе генетического аппарата, представленного цепочкой нуклеотидов.
- Только последний этап связывает химическую эволюцию органических соединений с последующей биологической эволюцией видов живых организмов, которые существуют, развиваются и усложняются, благодаря биогенному синтезу питательных органических веществ и процессам обмена, обеспечивающим круговорот органического вещества в биосфере.
- Механизмы биологической эволюции видов живых организмов раскрываются на основании принципа биогенеза: «живое – из живого»
  - В кислородной атмосфере, где озоновый слой защищает организмы от действия космических лучей, биогенный синтез органических веществ становится невозможным.
  - Жизнь возникает только один раз, в определенный период истории Земли.

## 14 Лекция 15.04.2024 (Шипунова О.Д.)

### 14.1 Концепции о природе и эволюции человека в естествознании

# Лекция 14. Концепции о природе и эволюции человека в естествознании

Генетические  
основания  
происхождения  
человека

Эволюция приматов

Эволюция вида  
*Homo Sapiens*

Концепции и проблемы  
антропогенеза

Современная биология  
о строении и эволюции  
мозга

Мозг и Нервная система  
организма

Психофизиология  
высшей нервной  
деятельности

## 14.2 Генетические основания происхождения человека

### Генетические основания происхождения человека

- Разнообразие форм жизни на Земле образуют не абсолютно уникальные существа, а организмы, у которых есть общие черты в строении.
  - Типы организмов классифицированы на основе общих черт в иерархические вложенные группы
- Человек - один из видов млекопитающих, относящихся к подотряду высших приматов
  - Доказательства происхождения от общего предка были также подтверждены общностью биохимических процессов в клетках организмов, практически все организмы используют одни и те же нуклеотиды и аминокислоты.
  - С развитием молекулярной генетики было показано, что процессы эволюции оставляют следы в генах в виде мутаций. На основе гипотезы молекулярных часов стало возможным определение времени дивергенции видов.
    - Например, гены шимпанзе и человека одинаковы на 96 %, а те немногие области, которые различаются, позволяют определить время существования их общего предка

## 14.3 Физиология человека как результат биологической эволюции

### Физиология человека как результат биологической эволюции

- Сходство человека с животными определяется вещественным составом, строением и поведением организмов.
  - Человек состоит из тех же белков и нуклеиновых кислот, многие структуры и функции такие же, как и у животных.
  - Наличиеrudиментарных органов, которые выполняли важные функции у животных и сохранились у человека (например, аппендикс, копчик).
- Человеческий зародыш в своем развитии проходит стадии эволюции предшествующих видов
  - Появление в процессе эмбрионального развития человека хорды, жаберных щелей в полости глотки, дорсальной полой нервной трубы, двухсторонней симметрии в строении тела определяют принадлежность человека к типу хордовых.
  - Развитие позвоночного столба, сердце на брюшной стороне тела, наличие двух пар конечностей – соответствует типу позвоночных.
- Теплокровность, развитие молочных желез, наличие волос на поверхности тела свидетельствуют о принадлежности человека к классу млекопитающих.
  - Развитие детеныша внутри тела матери и питание плода через плаценту определяют принадлежность человека к подклассу плацентарных.
  - Множество более частных признаков четко определяют положение человека в системе отряда приматов.

## 14.4 Систематическое положение человека

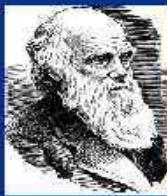


### *Систематическое положение человека*

К.Линней поместил человека в класс Млекопитающие, отряд Приматы.



Впервые гипотеза происхождения человека от обезьян была высказана Ж.Б.Ламарком, но не была принята.



Ч.Дарвин в книгах «Происхождение человека и половой отбор», «О выражении эмоций у человека и животных» на большом фактическом материале доказал, что человек принципиально не отличается от других видов позвоночных животных и имеет с человекообразными обезьянами общих предков. Ч.Дарвин указал и на роль социальных факторов.



Позднее эта проблема была раскрыта Ф.Энгельсом в работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека».

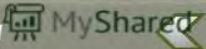
## 14.5 Почему именно обезьяны?

### Почему именно обезьяны?



Обезьяны знают всех своих соплеменников «в лицо» и с каждым имеют отношения. Развитие мозга и разума у высших приматов напрямую связано с общественным образом жизни, с необходимостью предвидеть поступки соплеменников, управлять ими, учиться у них, а также оптимально сочетать в своем поведении альтруизм с эгоизмом. Сегодня это точка зрения большинства антропологов. Мысль о том, что разум у приматов развился для эффективного поиска фруктов или добычи пищи из недоступных мест имеет мало сторонников. Она не объясняет, зачем приматам большой мозг, если другие животные с небольшим мозгом отлично справляются с похожими задачами.

Одна из причин эволюции – общение с сородичами



## 14.6 Этологические доказательства

Чем выше на эволюционной шкале стоит животное, тем ближе его сходство с человеком

Геномы шимпанзе и человека одинаковы на 96 %

### Этологические доказательства

- Зачатки интеллекта.
- Обезьяны нежно ласкают детенышей.
- Обезьяны заботятся о детях, но и наказывают их за непослушание.
- Возможность обучения обезьян речи при помощи жестов.



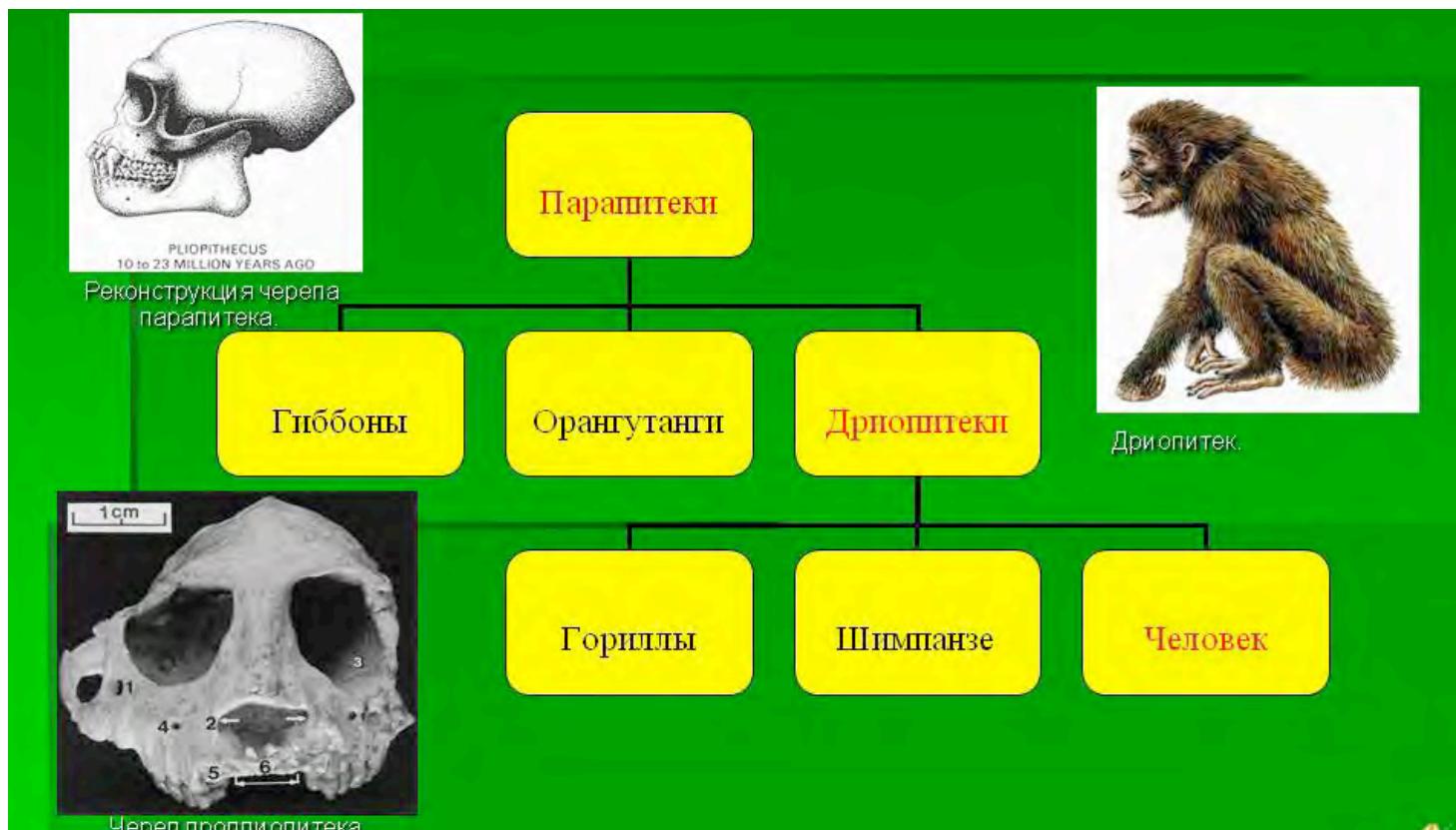
Сходное проявление эмоций.  
Однаковое выражение чувств радости, гнева, печали.

43

## 14.7 Эволюция приматов

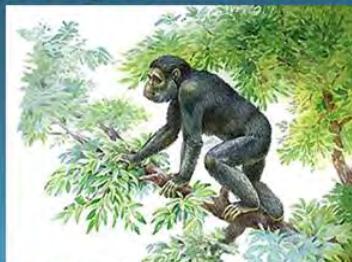
### Эволюция приматов

- Приматы появились, по разным оценкам, от 65 до 85 млн лет назад.
- Около 30 млн лет назад надсемейство человекообразных обезьян отделяется от других сухоносых обезьян
- Около 19 миллионов лет назад гоминиды отделяются от предков - гиббонов.
- Около 7 млн лет назад появляется сахелантроп, последний общий предок шимпанзе и рода Homo.
- Дальнейшая эволюция приводит к появлению австралопитеков, от которых, по всей видимости, 2 млн лет назад происходят первые Homo.
  - По современным оценкам, около 190 тыс. лет назад жил последний общий предок ныне живущих людей по материнской линии — митохондриальная Ева
- Около 200 тыс. лет назад появляются анатомически современные люди.

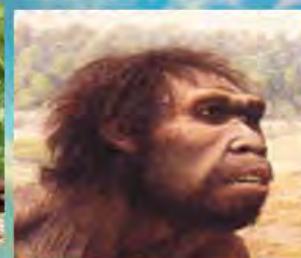


## ЭВОЛЮЦИЯ ПРИМАТОВ

- ◆ **Около 30 млн. лет назад появились небольшие животные, жившие на деревьях и питавшиеся растениями и насекомыми. От них произошли гиббоны, орангутанги и вымершие дриопитеки. Дриопитеки дали три ветви, которые повели к шимпанзе, горилле и человеку.** Происхождение человека от обезьян, ведущих древесный образ жизни, предопределило особенности его строения, которые, в свою очередь, явились анатомической основой его способности к труду и дальнейшей социальной эволюции.



- Примерно 25 млн. лет назад произошло разделение дриопитеков на две ветви, которые в дальнейшем привели к возникновению двух семейств: понгид и гоминид (людей).



• Понгиды, оставаясь жить в лесу, сохранили древесный образ жизни.

• Предки же гоминид начали осваивать открытые пространства. Предпосылкой для такого перехода была уже приобретенная способность к наземному обитанию, использование различных предметов для добычи пищи и защиты, а значит, освобождение рук от участия в передвижении, развитие хождения на двух ногах.

г.Усолье-Сибирское, МОУ «СОШ №2», Масленикова Г.В.

Название живых существ	Признаки животного	Признаки человека	Признаки человеческого общества	Места обитания
1. Дриопитеки 	Передвигаются на 4-х конечностях. Питаются растительной и животной пищей.	Не наблюдаются.	Не наблюдаются.	40 млн. лет назад, тропические леса Африки и Евразии
2. Австралопитеки 	Сообща охотились, занимались собирательством	Ходили на двух ногах		5 млн. лет назад, Юго-Западная Африка
3. «Человек умелый» 	Напоминает обезьяну	Умели заготавливать простейшие орудия для охоты		2 млн. лет назад, Юго-Западная Африка

 MyShared

## 14.8 Эволюция вида *Homo Sapiens*

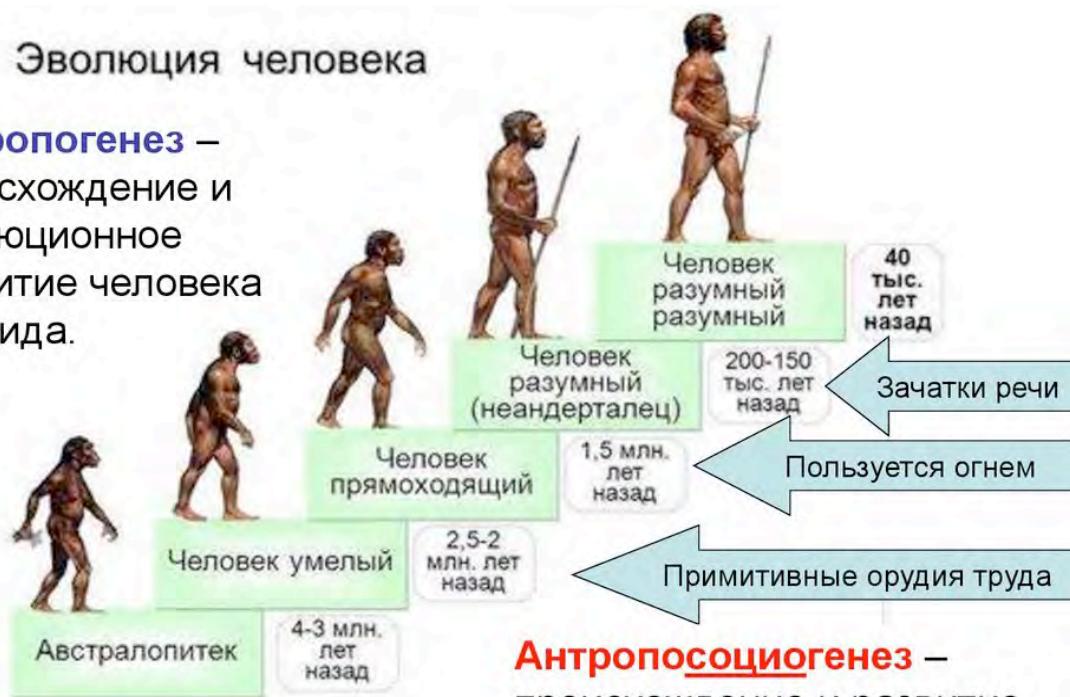
- В антропологии эволюция человека обозначается термином антропогенез
  - *Homo Sapiens* - Человек разумный (неоантроп) – результат биологической эволюции отряда приматов, относится к семейству гоминид, .
- Концепции антропосоциогенеза учитывают социальные предпосылки эволюции *Homo Sapiens* и признаки, по которым шло обособление человека от природы
- Главные отличия человека ***понятийное мышление, речь, труд***
  - не являются биологическими или физиологическими свойствами индивидуального организма, которые жестко генетически обусловлены.
- Естественный отбор у человека происходит главным образом на уровне зародышевых клеток.
  - Его роль заключается в сохранении генофонда, в сдерживании мутаций, отрицательно влияющих на его здоровье
  - В основном дети рождаются из здоровых в генетическом отношении клеток.
    - Об этом свидетельствует факт, что крупные генетические нарушения в половых клетках родителей в подавляющем большинстве случаев обуславливают гибель оплодотворенных яйцеклеток и зародышей на ранних стадиях развития.
- Искусственный отбор характеризует социальный образ жизни
  - Использовался в течение тысяч лет для выведения новых сортов растений и пород одомашненных животных.
  - В последнее время селекция стала играть значительную роль в генетической инженерии, например, при отборе нужных клонов

Эволюция вида  
*Homo Sapiens*

Антрапогенез  
Антрапосоциогенез

## Эволюция человека

**Антропогенез –**  
происхождение и  
эволюционное  
развитие человека  
как вида.



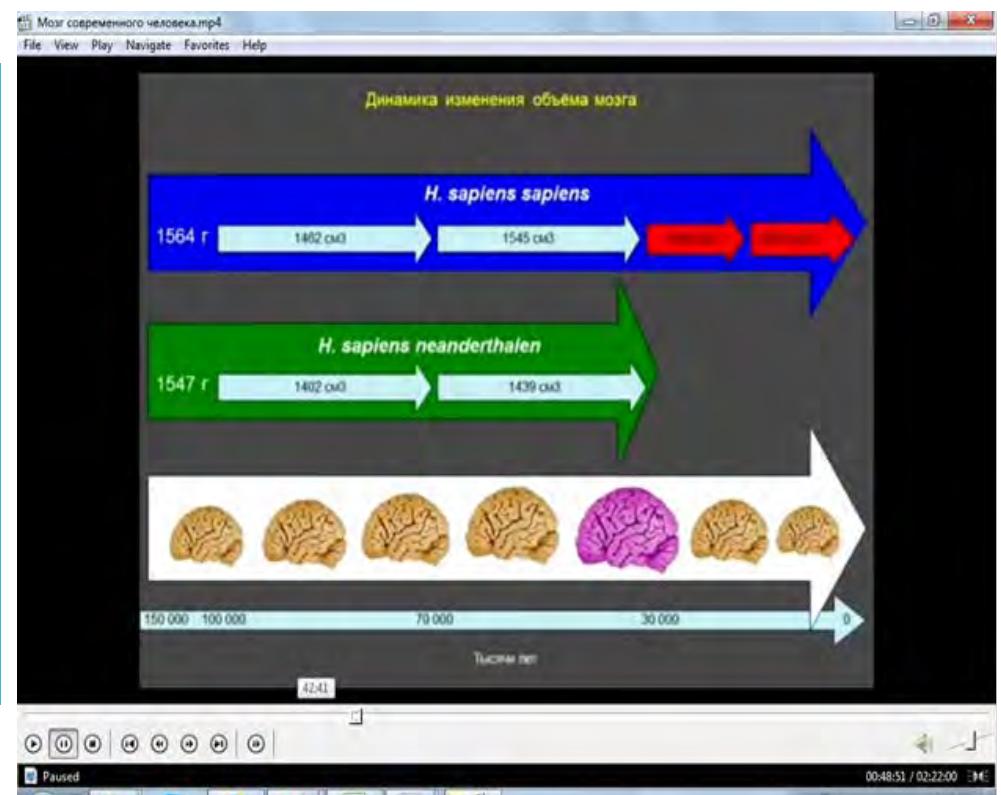
**Антропосоциогенез –**  
происхождение и развитие  
человека и общества

## 14.9 Концепции о происхождении человека в современном естествознании

Концепции о  
происхождении  
человека в  
современном  
естествознании

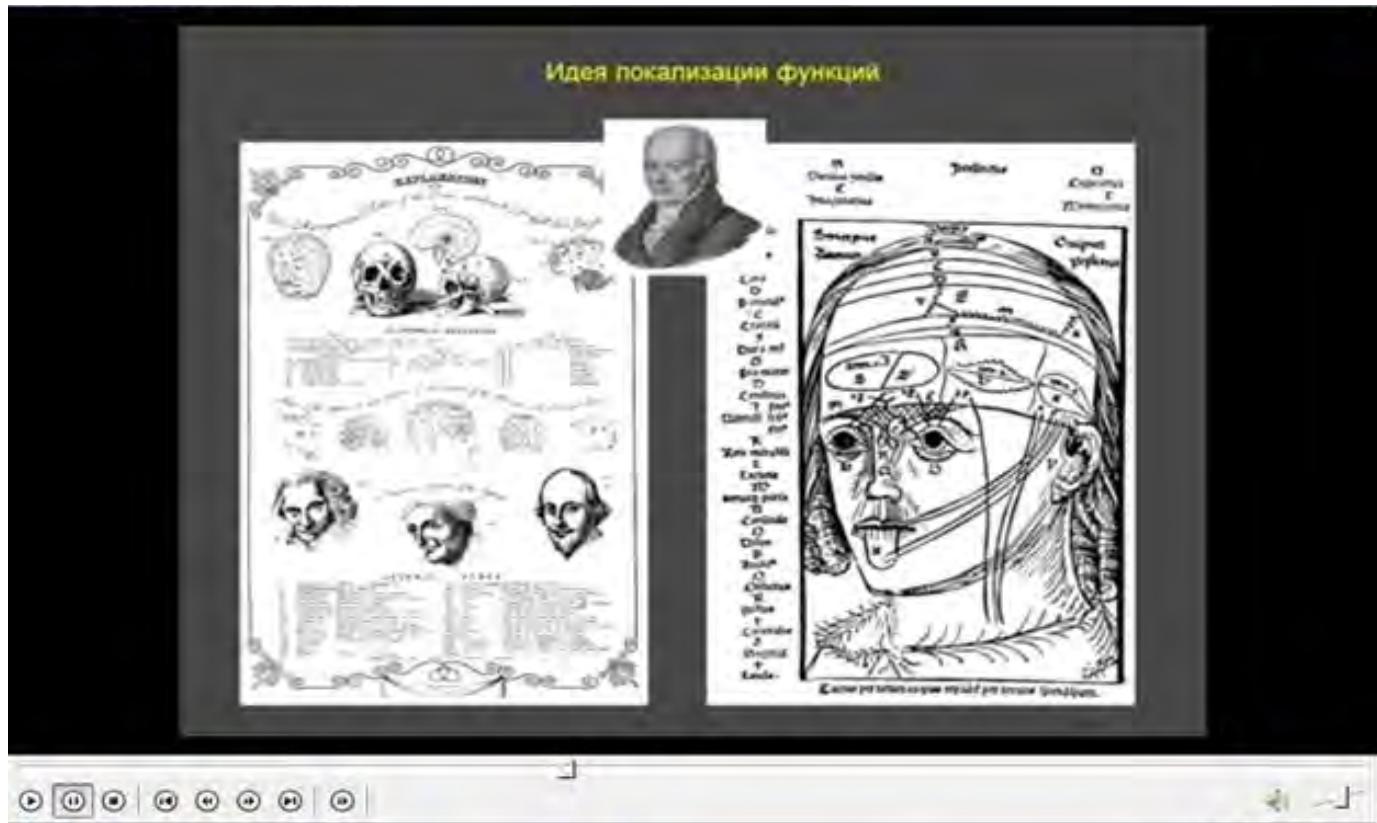
- **Антрапологические концепции**, ориентированные на поиск ближайшего предка человека в эволюционном ряду.
  - Концепция Африканской Евы, вытекающая из геофизической гипотезы об инверсии геомагнитного поля Земли.
  - Акватическая концепция (Водная обезьяна жила в миоцене на мелководье и на суше) -1920г.
- **Социобиологические концепции**, ориентированные на объяснение закономерности биосоциальности человека
  - Социалдарвинизм - 19 в.
  - Классическая социобиология - 20 в.
  - Этология и зоопсихология. Эволюционная биология (Конрад Лоренц)
  - Концепция генно-культурной коэволюции
- **Антрапосоциогенетические концепции (АС Генетика):**
- Специфика социогенеза - эволюционное изменение адаптивной нормы
- Адаптация человека не является чисто инстинктивной, а скорее социальной, требующей отсроченного удовлетворения биологической потребности.
  - Ключевая проблема антрапосоциогенеза :
  - Что было в начале- социум, порождающий человека разумного или разумный человек?

## 14.10 Эволюция мозга

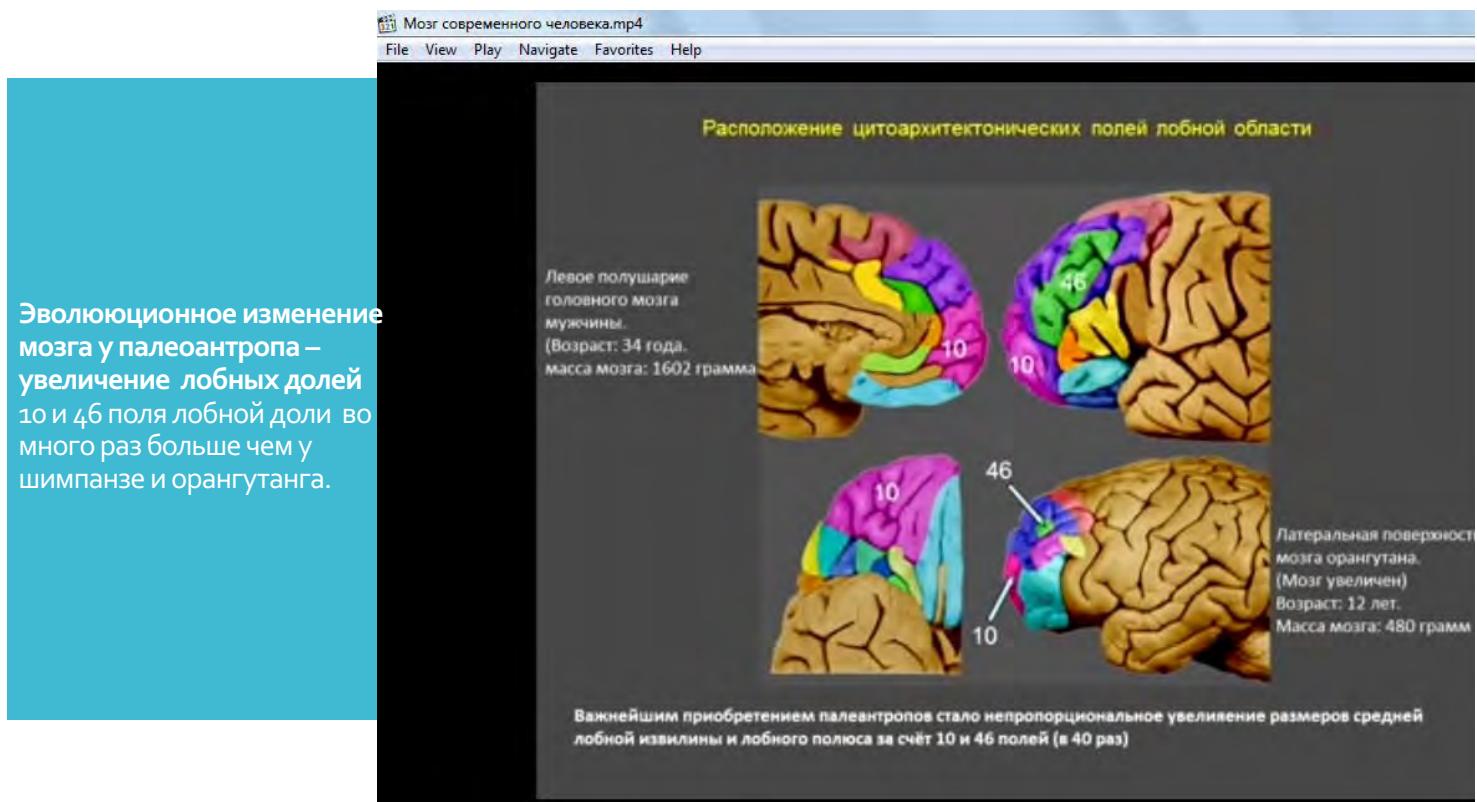


**• Эволюция мозга**

- Пик роста мозга 30 тыс. лет назад отмечается у неандертальцев(1500-1600 г).
- После распространения неоантропа – кроманьонца мозг уменьшается до 1300г.
  - Эволюционное различие неандертальцев и кроманьонцев объясняется искусственным отбором в процессах социализации.
  - Кроманьонцы были более социализированы, имели более развитые лобные доли, жили большими популяциями ок.30 тыс. лет назад на территории Франции.
- Эволюция мозга шла независимо от нашего тела. Поэтому он сохранил огромный потенциал изменчивости. Индивидуальная изменчивость мозга количественная (объем) и качественная (наличие полей и подполей в лобных и других отделах коры) – связана с эволюцией человека и его мозга в социальных условиях.
  - Идею локализации функций мозга выдвинул в начале 19 в. Галль – основатель Френологии – соотносил функций мозга с шишкам на черепе.
  - Поль Брока – его ученик, выделил функциональные области в структуре мозга, обеспечивающие высшую нервную деятельность.
- Мозг человека – постоянно эволюционирует, образуя динамические поля и новые нейронные связи.
  - В последних исследованиях установлено, что число нейронов составляет в среднем 86 миллиардов клеток.
  - По структуре, весу, архитектуре мозга нет одинаковых людей.
    - С. Савельев. Морфология сознания, М. 2018



## 14.11 Эволюционное изменение мозга у палеоантропа – увеличение лобных долей



## 14.12 Современная биология о строении и эволюции мозга

### Современная биология о строении и эволюции мозга

- Специфика человека — торможение инстинкта.

Лобные доли коры головного мозга – это центры торможения пищевого инстинкта в соответствии с требованиями коллективного выживания

Мозг обеспечивает приспособленность к новым условиям, требующим делиться пищей

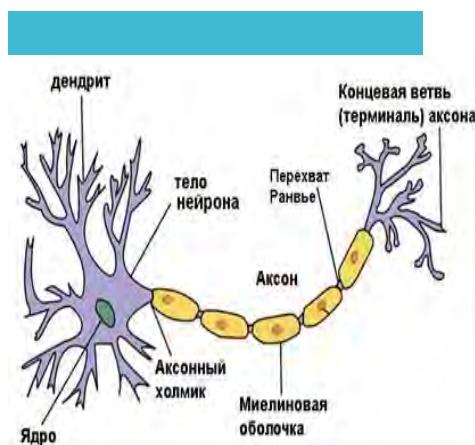
- Работа головного мозга чрезвычайно энергоемкая
- Вес мозга - всего 2% от веса всего тела,
- Потребление кислорода – 25% от общего потребления организма.
  - Главным источником энергии для ткани мозга, кроме кислорода, является глюкоза, где она проходит сложные биохимические преобразования.
  - В конечном итоге из сахарных соединений высвобождается большое количество энергии.
    - Чтобы улучшить нейронные связи головного мозга, нужно употреблять продукты, содержащие соединения глюкозы.

## 14.13 Нейроны головного мозга

### Нейроны ГОЛОВНОГО МОЗГА

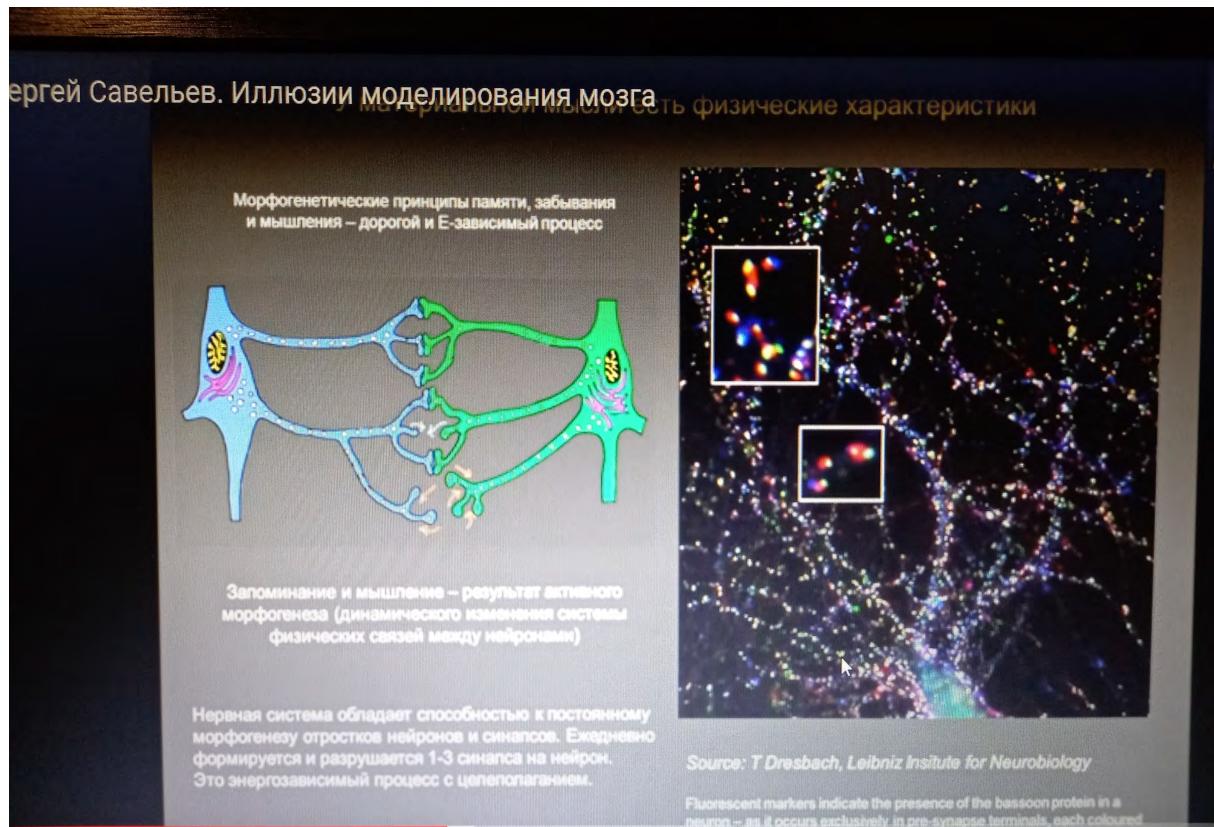
- Функции нейрона
  - восприятие раздражения;
  - обработка стимула;
  - передача импульса;
  - формирование ответной реакции.
- Функционально нейроны подразделяются на три группы:
  - **Афферентные** (чувствительные или сенсорные) нейроны воспринимают, перерабатывают и отправляют электрические импульсы к центральной нервной системе.
    - Такие клетки анатомически располагаются в спинномозговых нейронных скоплениях (ганглиях), или таких же скоплениях черепно-мозговых нервов.
  - **Посредники**, не выходящие за пределы спинного и головного мозга, называются вставочными, предназначены для обеспечения контакта между нейроцитами.
    - Они расположены во всех слоях нервной системы.
  - **Эфферентные** (двигательные, моторные) нейроны отвечают за передачу химических импульсов к иннервируемым органам-исполнителям, обеспечивая их работоспособность и задавая их функциональное состояние.
- Кроме этого в нервной системе функционально выделяют еще группу нейронов, тормозящих возбуждения клеток, которые противодействуют распространению электрического потенциала.

## 14.14 Так выглядит нейрон

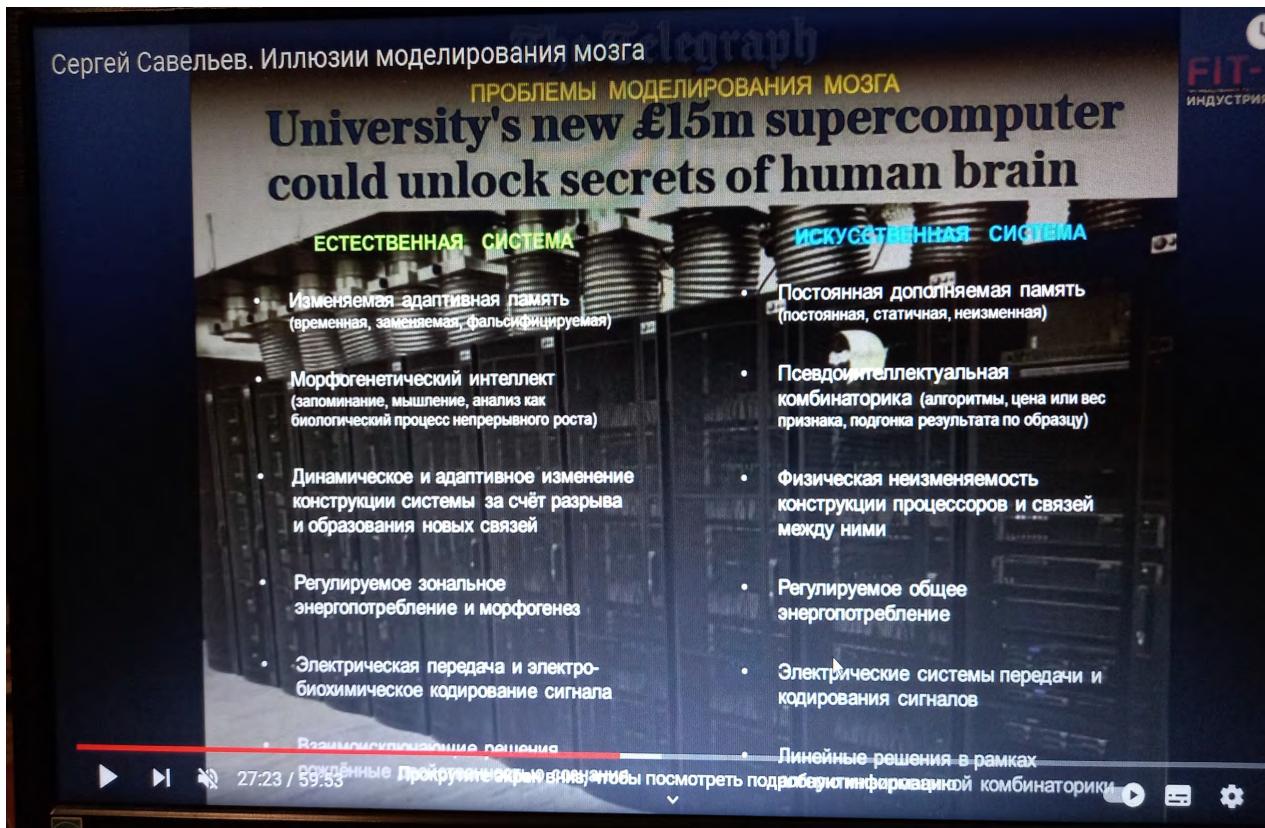


### Так выглядит нейрон

- Благодаря отросткам нейрон способен выполнять функции передатчика и хранителя информации.
- Именно отростки формируют широкую нервную сеть, что позволяет человеческой психике раскрываться во всей ее красе.
  - Бытует миф, будто умственные способности человека зависят от количества нейронов или от веса головного мозга, но это не так: гениями становятся те люди, у которых поля и подполя мозга сильно развиты (больше в несколько раз). За счет этого поля, отвечающие за определенные функции, смогут выполнять эти функции креативнее и быстрее.
- Аксон – длинный отросток нейрона, передающий нервные импульсы от сомы нерва к другим таким же клеткам или органам, иннервируемым определенным участком нервного столба.
- Дендрит - короткая и разветвленная структура, которая не участвует в передачи информации, а только в ее получении.
  - Так, к телу нейрона возбуждение поступает с помощью коротких веток дендритов.
  - Сложность информации, которую дендрит способен получить, определяется его синапсами (специфические нервные рецепторы), а именно его диаметром поверхности.
  - Дендриты, благодаря огромному количеству своих шипиков, способны устанавливать сотни тысяч контактов с другими клетками.



## 14.15 Иллюзии моделирования мозга



Савельев. Иллюзии моделирования мозга

1. **Наивный Байесовский классикатор** (на практике – метод максимального правдоподобия – «подгонка результата»).

2. **Метод ансамблей** (в основе Байесовское усреднение; способ выявляет пересечение вероятностей исходов, усредняет это значение, исключает дисперсию значений и параллельно контролирует поиск решения проблемы в рамках заданных условий)

3. **Метод опорных векторов** (описывается алгоритмами для классификаций и регрессионного анализа)

4. **Дерево принятия решений** (задача – способы решения - поиск способов решения -оценка последствий каждого решения - вероятность последствий - затраты - результат)

5. **Логическая регрессия** (прогнозирование на основе нескольких переменных)

6. **Метод наименьших квадратов** (способ оценки погрешностей каждого процесса)

Автор термина **искусственный интеллект** определяет его как «науку и технику создания интеллектуальных машин». Джон Маккарти, 1956.

The diagram is a circular chart centered around a neural network icon. It is divided into eight quadrants by diagonal lines:

- Top Left (Deep Learning):** Shows a neural network with layers labeled "INPUT LAYER", "HIDDEN LAYER", and "OUTPUT LAYER".
- Top Right (Evidence Based Machine Learning Systems):** Shows a neural network with nodes labeled "EVIDENCE BASED" and "MACHINE LEARNING SYSTEMS".
- Bottom Left (Predictive Analytics):** Shows a neural network with nodes labeled "PREDICTIVE ANALYTICS" and "NLP/TEXT MINING".
- Bottom Right (Prescriptive Analytics):** Shows a neural network with nodes labeled "PREScriptive ANALYTICS" and "NATURAL LANGUAGE GENERATION".
- Left Side (Recommendation Engines):** Shows a neural network with nodes labeled "RECOMMENDATION ENGINES".
- Right Side (Machine Learning Systems):** Shows a neural network with nodes labeled "MACHINE LEARNING SYSTEMS".
- Bottom Center (Natural Language Generation):** Shows a neural network with nodes labeled "NATURAL LANGUAGE GENERATION".
- Top Center (Overall AI Landscape):** Shows a neural network with nodes labeled "DEEP LEARNING", "EVIDENCE BASED", and "MACHINE LEARNING SYSTEMS".

Text at the bottom left: Некоторые из алгоритмов искусственного интеллекта  
CIO Journal / Narrative Science

Player controls and timestamp: 18:21 / 59:53

Text at the bottom center: Прокрутите экран вниз, чтобы посмотреть подробную информацию

FIT-M INDUSTRY logo

## 14.16 Защита мозга

### Защита мозга

- Мозговая ткань обладает нейропластичностью. Известно множество случаев, когда здоровый участок мозга берет на себя функцию поврежденного.
  - В случае нарушения нейронных связей головного мозга, они способны восстановиться.
    - Для этого необходимо лишь составить верный режим сна и правильно питаться с включением в диету витаминов группы В и низкокалорийной пищи.
- В условиях перенасыщения лишней информацией, существования рынка фаст-фуда и сидячего образа жизни мозг поддается различным повреждениям.
  - Атеросклероз, тромботические образования на сосудах, хронические стрессы, инфекции, – все это – прямая дорога к засорению мозга.
- Алкоголь оказывает негативное влияние на все органы и системы, а особенно – на головной мозг.
  - Алкогольные соединения сушат мозг, вытаскивая из него воду, в результате чего структуры мозга атрофируются, и происходит отмирание клеток.
  - Этиловый спирт легко проникает сквозь защитные барьеры мозга. Метаболит алкоголя – ацетальдегид – серьезная угроза для нейронов: фермент, обрабатывающий алкоголь в печени в процессе переработки организмом тянет на себя больше количества жидкости, включая воду из мозга.

## Защита мозга

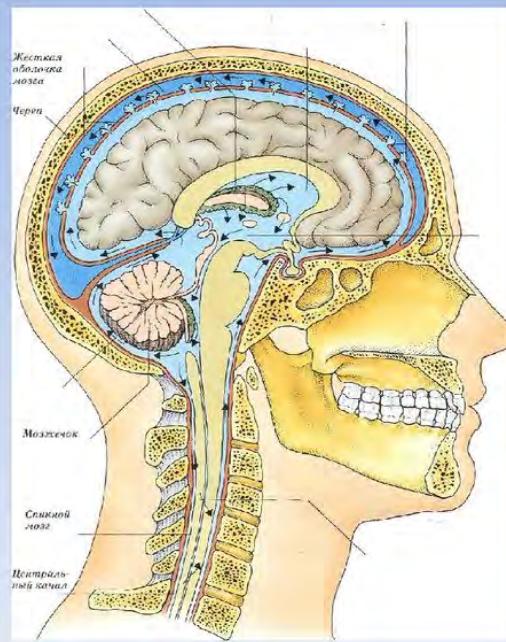
- Волосяной и кожный покровы, костная броня черепа, несколько эластичных внутренних оболочек, «жидкая подвеска» - все это предохраняет мозг от повреждений, обеспечивает защиту от изменения температуры, проникновения вредных веществ.
- Под твердой оболочкой, укрывающей головной мозг, расположены паутинная и сосудистые оболочки, между которыми образуется полость, которая заполнена цереброспинальной жидкостью (ликвором).
- Ликвор является продуктом секреторной деятельности эпителия сосудистых сплетений мозга, расположенных в боковых, третьем и четвертом желудочках мозга.
- Окружая головной и спинной мозг, крупные сосуды и нервы, ликвор амортизирует толчки, предотвращает местные перенапряжения мозгового вещества при сотрясениях головы: благодаря неразрывности слоя жидкости местные нагрузки, распределяясь на большую площадь внутричерепного пространства, во много раз уменьшаются в силе.

## Защита мозга

- Защиту центральной нервной системы от попадания в нее ядовитых веществ, проникающих в кровь при заболеваниях, отравлениях и других обстоятельствах, осуществляет **гематоэнцефалический барьер**, т. е. барьер между кровью и мозгом.
- Мозговой барьер, как и тканевые барьеры других органов, не является самостоятельным изолированным образованием в организме. Он находится в тесной взаимосвязи со всеми изменениями во внутренней среде организма и координируется центральной нервной системой.
- Точная и бесперебойная работа нервных клеток, умственная деятельность, психика, настроение нередко определяются состоянием гематоэнцефалического барьера.
- Установлено также, что **проницаемость барьера** может изменяться в зависимости от различного физиологического и патологического состояния организма.
  - Увеличивается при голодании и недостатке кислорода, при утомлении, сильной боли, повышенной температуре до 41-42° и падении ее до 34-35°.
  - Многие инфекционные заболевания, травмы, облучение, наркоз также изменяют функцию мозгового барьера и способствуют проникновению различных веществ из крови в мозг.

## Защита мозга

В результате слишком сильного удара или сдавления спинномозговая жидкость (ликвор) внутри черепа резко увеличивается и поглощает, а также амортизирует механические воздействия, которые в противном случае могли бы привести к серьезной травме тела головного мозга. При нейроинфекционном поражении резко меняется биохимический состав ликвора.



## 14.17 Мозг и Нервная система организма

### Мозг и Нервная система организма

- Нервная система имеет свои сферы влияния по всему организму. С помощью проводящих волокон осуществляется нервная регуляция систем, органов и тканей.
- Мозг полностью контролирует анатомическое и функциональное состояние всякой структуры организма.
  - Почки, печень, желудок, мышцы и другие – все это инспектирует головной мозг, тщательно и кропотливо координируя и регулируя каждый миллиметр ткани.
  - В случае сбоя мозг корректирует и подбирает подходящую модель поведения.
  - Таким образом, благодаря проводящим путям организм человека отличается автономностью, саморегуляцией и адаптивностью к внешней среде.
- Эволюция головного мозга позволила человека постепенно перенести центр управления своим поведением с инстинктивного на подражательное.
  - Высокие способности к подражательному поведению стали базой эффективного способа передачи приобретенных форм поведения из поколения в поколение, путем обучения
  - И.П. Павлов доказал, что Высшая нервная деятельность человека и высших животных основана на механизмах условного рефлекса, который формируется в процессах обучения как устойчивый ответ на определенный информационный сигнал, но качественно отличается на уровне формирования сигнальных систем мозга

## 14.18 Психофизиология человека. И.П.Павлов

### Психофизиология человека

#### И.П. Павлов

**Сигнальная система –** совокупность процессов в нервной системе, обеспечивающих восприятие информации, анализ информации и регуляцию поведения

• **Первая сигнальная система** человека и животных обеспечивает поведенческие реакции на зрительные, слуховые, и другие чувственные сигналы окружающего мира и внутренней среды организма.

- У человека условно-рефлекторная деятельность коры больших полушарий мозга формируется 7-10 дневном возрасте ребёнка за счет сенсорных систем организма, реагирующих на возбуждение периферических рецепторов.
- Первая сигнальная система человека автономна только в грудном возрасте, позже всегда находится в связи со второй сигнальной системой

**Вторая сигнальная система** формируется только у человека на физиологической основе первой сигнальной системы в процессе социализации. Сигналами в этом случае служат слова, точнее смысл сказанного, который запускает переход от чувственного образа первой сигнальной системы к абстрактным представлениям второй .

- В сознательном и бессознательном восприятия информации человеком именно смысловое значение запускает психофизиологический процесс ответного реагирования (прежде всего на уровне эмоций и соматических процессов).
- Для человека смысловой сигнал, воспринимаемый структурами высшей нервной деятельности, играет ту же роль, что и биологический стимул, например, потребность в пище.
- По И. Павлову, сигнал речевой коммуникации, воспринимается организмом как биологическая потребность.

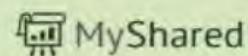
## 14.19 Первая и вторая сигнальные системы и их взаимодействие

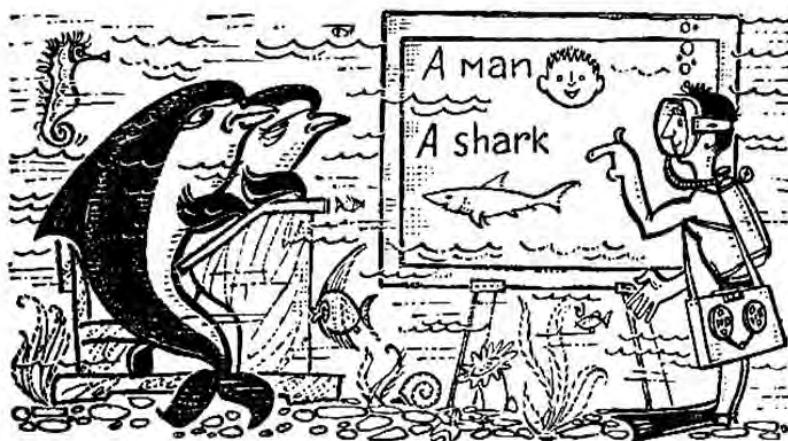
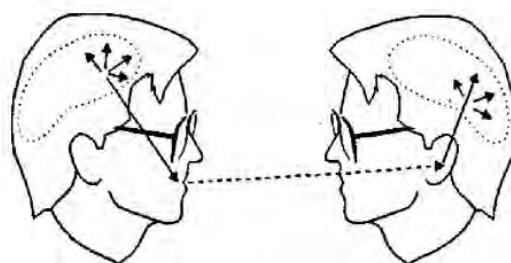
### Первая и вторая сигнальные системы и их взаимодействие

Условно-рефлекторную деятельность коры больших полушарий И.П.Павлов назвал *сигнальной деятельностью мозга*.

**1 сигнальная система** - сигналы поступающие в мозг, которые вызываются предметами и явлениями, действующими на органы чувств (в результате чего возникают ощущения, восприятия, представления). Обеспечивает конкретно-наглядное мышление. Она имеется у человека и у животных.

**2 сигнальная система** – Обеспечивает абстрактно – логическое мышление. Анализ и синтез информации в виде слов, знаков, формул. Есть только у человека.



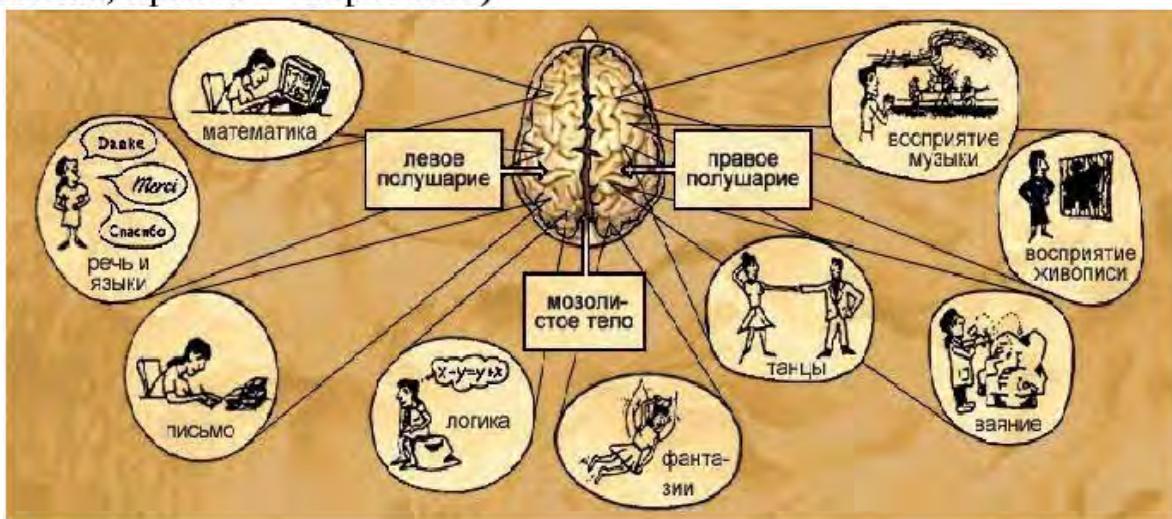
**вторая сигнальная  
система**

## 14.20 Развитие головного мозга

### Развитие головного мозга

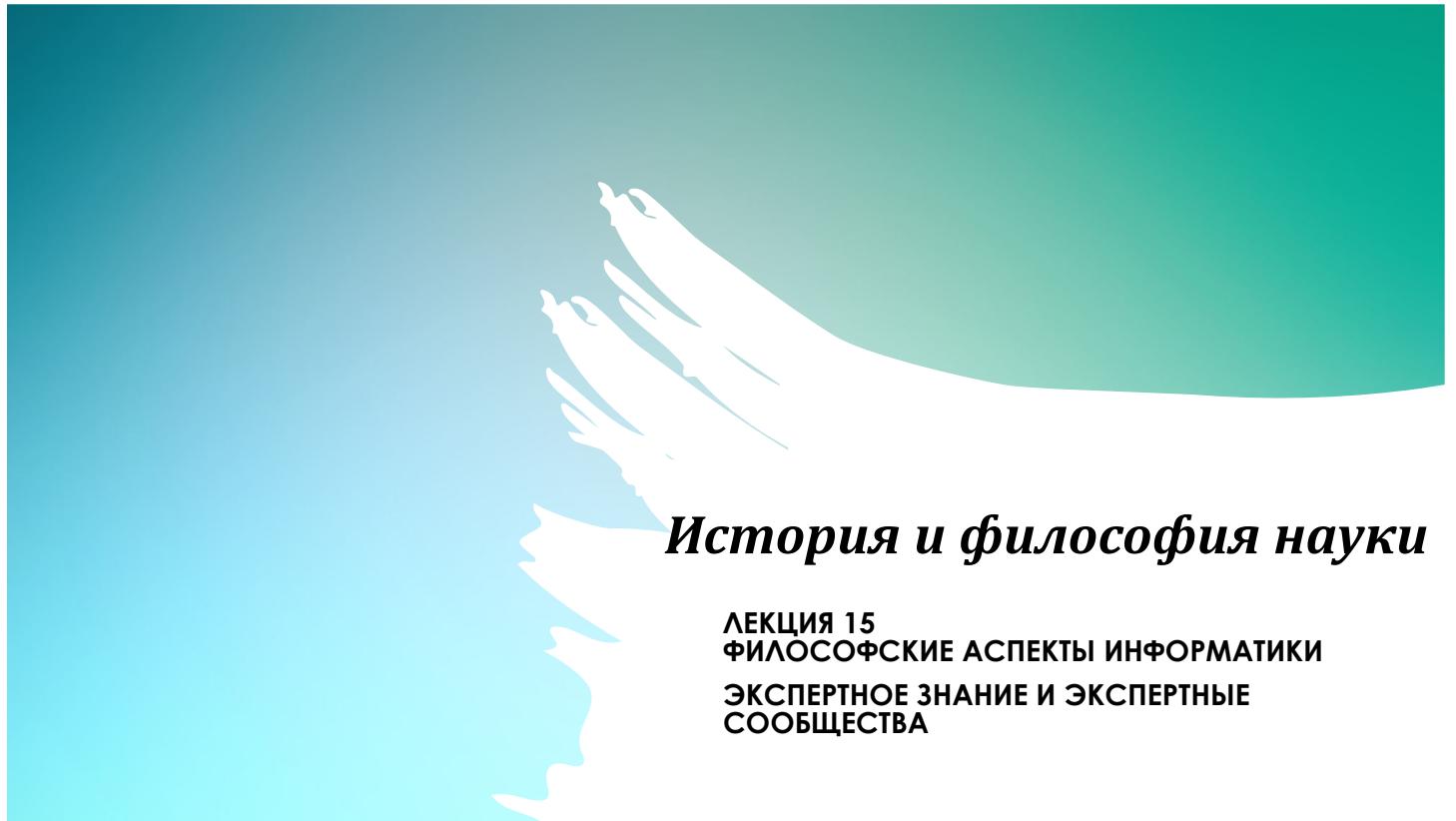
Мозг человека устроен более сложным образом чем у животных (два полушария отвечают за разные функции)

- У животных оба полушария дублируют друг друга
- У человека оба полушария действуют по разному (левое – логика, правое – творчество)



## 15 Лекция 22.04.2024 (Шипунова О.Д.)

### 15.1 Философские аспекты информатики. Экспертное знание и экспертные сообщества



***История и философия науки***

ЛЕКЦИЯ 15  
ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАТИКИ  
ЭКСПЕРТНОЕ ЗНАНИЕ И ЭКСПЕРТНЫЕ  
СООБЩЕСТВА

## 15.2 Содержание

### *Содержание*

- Информатика в системе современной науки, ее предмет и этапы становления.
- Философские аспекты Информатики
- Особенности компьютерной революции
- Системы искусственного интеллекта
- Интернет и киберпространство
- Проблема информационной безопасности
- Социальная информатика
- Моделирование и вычислительный эксперимент
- Экспертное знание и экспертные сообщества

## 15.3 Предмет информатики

### ***Предмет информатики***

- **Информатика** - это целое семейство дисциплин
  - от когнитивных наук с преимущественно психологической ориентацией до системно-ориентированной кибернетики,
  - от наук о мозге и нейронауки до разного рода технических наук, связанных с решением задач автоматизации и созданием вычислительных комплексов,
  - от различных абстрактных информационных теорий до библиотечной науки, а также все виды информационной техники и технологии.
- **Ключевые понятия:** сигнал, информация (взяты из теории информации), управление, система (развиты в кибернетике и теории систем).
  - **Сигнал** - в теории связи рассматривается в качестве носителя информации различной физической природы, один или несколько параметров которого определенным образом закодированы.
    - Закодированная в сигнале информация от источника информации передается передатчиком через проводные или беспроводные каналы связи, принимается и декодируется приемником для того, чтобы быть переданной пользователю.
  - **Информация** – количество сообщений (в математической теории информации К. Шэннона), в кибернетике стала пониматься как любая совокупность сигналов и сведений, которые воспринимаются и выдаются определенной системой при ее взаимодействии с окружающей средой или же хранятся и перерабатываются в ней.
  - **Управление** - избирательное воздействие на объект в соответствии с имеющейся информацией, направленное на организацию и улучшение функционирования данного объекта.
  - **Абстрактная система**, которая в принципе могут иметь любое материальное (и не только материальное) основание, ту или иную структуру.
    - Примеры: автоматические регуляторы в технике, ЭВМ, человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество, системы информации. Каждая из перечисленных систем представляет собой множество взаимосвязанных элементов, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться ею.

## 15.4 Различие предмета информатики и кибернетики

### Различие предмета информатики и кибернетики

	Информатика	Кибернетика
Цель	Исследование программных и алгоритмических аспектов компьютеризации, системных областей (информационных сред), и коммуникационных средств в разных сферах, Автоматизация интеллектуальной человеческой деятельности	Фундаментальное исследование сложных систем с обратной связью на основе обработки информации, надежность (эффективность) управления
Предмет	Абстрактные информационный среды. Вопросы получения, переработки, передачи информации с помощью современных компьютерных технологий.	Абстрактные системы. Процессы функционирования и сохранения систем различной природы (неживой, живой, социальной), процессы управления.
Определение	Прикладная наука об использовании компьютеров и вычислительной техники для нужд автоматизации и контроля, проектирования и производства. Комплексная наука о функционировании и развитии информационно-коммуникативной среды и ее технологизации с помощью компьютерной техники.	Наука о процессах и законах управления в сложных системах. Наука о сложных целенаправленных технических системах, которая распространяется на все возможные системы с внутренней динамикой. Компьютер играет роль аналогичную прибору в физике.
Базовые понятия	Сигнал, информация, управление, система, а также коммуникация, информационно-интеллектуальная технология, организация (самоорганизация)	Сигнал, информация, управление, система, обратная связь, функциональный подход, системный подход.
Теоретическая база	Теории информации, математика, теория алгоритмов, теория принятия решений	Теория систем, математическая теория информации

## 15.5 Развитие информатики в конце XX в.

- Смещение акцентов с технических компонентов (Hardware) на развитие программных аспектов (Software) и проектирование информационных потоков в сложных системах, замыкающихся на человеческие компоненты.
- Развитие представлений о социотехнической системе. Акценты явно смещаются на исследование и организацию систем человеческой деятельности, в которых машинные, технические компоненты играют второстепенную роль. Фактически в центре внимания реорганизация социотехнических систем.

### Развитие

### информатики в конце XX в.

- На первый план выходит системный менеджмент и проектирование организационных структур., цифровых сетей и платформ
- Переход к представлениям о рефлексивных системах (В.Лефевр) самореферентных и аутопоейтических системах (Луман).
  - Смысъ подхода Лумана заключается в том, что система рассматривается с энергетической точки зрения как открытая, а ее внутренние процессы и организация являются полностью закрытыми по отношению к окружающей ее среде.
  - Аутопоейесис в данном контексте означает самоорганизацию, самоконституирование и саморепродукцию системы через построение подсистем.
  - Самореферентность системы представляет собой ее способность постоянно самоопределять отношение к самой себе и дифференцировать отношения к окружающему миру, а также перманентно изменять свои внутренние связи и элементы.
    - Система конструирует окружающую среду (виртуально, «в воображении») как данную реальность и через эту процедуру восприятия утверждает и себя саму как реально существующую.

## 15.6 Главные проблемы современной информатики

### *Главные проблемы современной информатики*

- **Проблемы инженерии знаний.**

- Проблема представления знаний для компьютерных систем.
- Выяснение устройства и механизмов функционирования знания, их классификацией, исследованием логических механизмов рассуждения и т.п.
- Технологическая проблема инженерии знаний состоит в том, чтобы сделать формализованным неформализованное знание эксперта или хотя бы некоторые его фрагменты, оценить технологии его получения, хранения и обработки.

- **Лингвистическая проблема**

- Оптимизация коммуникации между человеком и машиной, диалоговые системы на естественном языке.
- Проблема выработки языка деловой прозы.

- **Методологические проблемы**

- Влияние информационной технологии на развитие знания, на эволюцию его форм и видов, используемых в той или иной профессиональной деятельности.
- Содержательные интерпретации различия информации, знания, данных (базы данных). Что следует понимать под информацией, данными и знаниями? Г. Бехманн подробно анализирует следующие их определения.
  - Если данные организованы, они становятся информацией.
  - Информация включает в себя процесс манипулирования, представления и интерпретации данных, поскольку её цель редуцировать неопределенность и позволить принять решение.
  - Знание, которое может существовать в различных формах — научное знание, суждение или опыт, — также важно понимать не просто как содержание данных, а как активный процесс, включающий в себя способность интерпретировать данные.
  - Информация — это путь и средство, с помощью которого знание транспортируется, поэтому оно становится видимым только через информацию.

## 15.7 Философские аспекты Информатики

### *Философские аспекты Информатики*

- Многомерность структур человеческого знания как продукта сложно организованной деятельности на базе языка (речевой коммуникации), мышления, бессознательного восприятия информации.
  - Проблемы представления в машине невербализованного знания,
  - Проблема понимания смысла, распознавания субъекта.
- Проблема статуса интеллекта и искусственного интеллекта.
  - Возможности и перспективы экспертных систем
- Критерии интеллектуальности
  - В качестве интеллектуальных рассматриваются операции с символически представленной информацией.
  - Традиционно критерием высокой интеллектуальности выступают вычисления, которые часто оказываются в высшей степени сложным процессом, требующим способности к абстрактной деятельности, четкого мышления, высокой логической культуры.
- Содержание компьютерной революции.
  - Компьютерная революция связывается с массовым распространением компьютеров в социальном пространстве, что означает начало эры тотального внедрения в жизнь общества
  - Цифровых технологий и систем Искусственного интеллекта
- Абстрактное содержание интеллектуальной деятельности сводится к вычислениям (в процессах принятия решения как выбора, и в процессах распознавания образов как выбора, и в эвристическом поиске как выбора в поле гипотез).
  - Компьютер ассоциируется с искусственным интеллектом, поскольку его принцип его действия смоделирован по аналогии с интеллектуальными действиями человека (в операциях расчета, прогноза).
    - Источник : Пыльшин З. Вычисление и познание // Когнитивная наука и интеллектуальная технология. М. 1991. С. 60-93. Z.W.Pylyshyn. Computing in Cognitive Science // Foundations of Cognitive Science. P.49-92.

## 15.8 Особенности компьютерной революции

### Особенности компьютерной революции

- **Развитие компьютерной лингвистики**, которая специально занимается вопросами оптимизации коммуникации между человеком и вычислительной машиной.
- Основные исходные положения.
  - Язык — это не столько форма выражения готовых мыслей, сколько средство содержательной организации и представления знаний.
  - Не существует знаний, которые не прошли через голову человека, а само знание представляет собой совместный продукт языка и мышления.
- Для экспертных систем характерно оперирование «готовым» знанием, поскольку они не могут его производить.
- Человеческие знания являются многомерными, кроме понятийной формы общения, существует также язык мнемонических изображений, жестов.
  - Кроме того, человек всегда использует понятия, которым невозможно дать точное определение, поскольку огромную роль в процессе трансляции знания играет контекст символов и языковых выражений, который воспринимается интуитивно на уровне бессознательного восприятия
- Отсюда вытекают большие сложности в проблеме представления знаний для компьютерных систем.

## Особенности компьютерной революции

- **Развитие искусственных языков** (программирования, моделирования)
  - как средств представления знаний.
    - Общие и специальные языки программирования
      - каждый имеет свои преимущества и ограничения,
      - различные концептуальные средства представления,
      - различные возможности моделирования, приспособленные к решению конкретных задач и имитации определенных аспектов моделируемой системы.
    - как средств организации эффективного диалога с компьютером.
      - Используются технические и программные средства, которые дают возможность облегчить ввод информации и выдачу результатов моделирования.
      - К ним относятся специализированные алгоритмические языки моделирования, в каждом из которых тщательно разработана система абстракций, закрепленная в соответствующей концептуальной схеме и представляющая основу для формализации.
    - Использование алгоритмических языков имитационного моделирования.
      - Сегодня они становятся средством математизации многих наук, ранее ей не поддававшихся. Например, в социальных науках, психологии, науках о поведении.
      - Одной из основных целей моделирования является разработка формализованного описания сложных систем независимо от их природы.
        - Задается система понятий, объем и содержание которых четко определены, облегчает формализацию проблемы, подлежащей решению.

## 15.9 Компьютерная этика

### *Компьютерная этика*

- Компьютерная этика связана с вопросами:
  - несанкционированного вторжения в компьютерные базы данных,
  - ответственности за ошибки, которые допущены в ходе функционирования компьютерных программ и могут привести к катастрофическим последствиям,
  - ответственности за информационные загрязнения и вирусные атаки ,
  - о правильном и неправильном использовании информации в информационном обществе.
- Поскольку информационные системы все в большей степени становятся основой для принятия ответственных решений, возникает вопрос о моральной ответственности.
  - Например, кто может считаться ответственным за неверно поставленный диагноз у пациента, что в экстремальном случае может привести к летальному исходу во время операции, — лечащий врач, эксперты, вложившие ошибочную информацию в память компьютерной системы, или программисты, вызвавшие, вероятно невольно, сбой в программе, хакер, запустивший в сеть вирус, или же сама программа, внезапно вышедший из строя технический компонент?
  - Ситуация, складывающаяся в каждом конкретном случае, может оказаться безнадежной, а принятие решения — безответственным, что приводит к снятию с человека всякой ответственности, приписываемой информационной системе в целом илициальному компьютеру, которые не являются социальными и моральными субъектами.
  - Ответственность всегда несет человек, работающий с этой системой и вынужденный проводить оценку на основе понимания некоторого текста, представленного на мониторе компьютера.
- В экспертных системах задача контроля частично решается с помощью вспомогательного текста, предоставляемого системой пользователю в качестве объяснения, что не снимает окончательно проблемы доверия к работе компьютера,
  - Проблема доверия обостряется в отношении систем с искусственным интеллектом, который блокирует ручной режим управления .

## 15.10 Системы искусственного интеллекта

### *Системы искусственного интеллекта*

- Понятие «искусственный интеллект» обозначает область комплексного научно-технического направления автоматизации операций интеллектуальной деятельности с целью расширения ее возможностей на основе компьютерной поддержки и освобождения человека от решения рутинных задач.
- Проблемные технологические области «искусственного интеллекта»:
  - автоматизация принятия решений,
  - разработки диалоговых систем,
  - систем машинного перевода,
  - автоматизация исследования, проектирования, имитационного моделирования,
  - создание интеллектуальных банков данных,
  - самообучающихся и экспертизных систем,
  - систем распознавания образов,
  - инженерии знаний,
  - разработки интегральных роботов и т.д.
- Речь не идет о замене естественного интеллекта искусственным или простом копировании соответствующих функций и процедур человеческой деятельности, хотя при этом используются такие антропоморфные понятия, как «память», «интеллект», «знания» и т.п.
- Принципы создания систем ИИ.
  - Перенос принципа самоорганизации живых систем на сложные технические системы становится основой для создания обучающихся автоматов и вычислительных комплексов,
  - Моделирование информационных процессов и психологических механизмов работы мозга, анализа нейронных сетей, способов представления знаний и т.п.
    - Интенсивная разработка проблем в этой области науки и техники началась в 1970-е гг. Сегодня технология систем ИИ опирается на солидный теоретический базис и имеет множество прикладных результатов в области космических исследований, в экономике, медицине и промышленной сфере.

## 15.11 Философские аспекты развития систем ИИ

- Исследования в области искусственного интеллекта, связанные с
  - моделированием работы головного мозга, психических функций для воспроизведения их в новых вычислительных устройствах;
  - развитием компьютеров и программного обеспечения для поддержки отдельных творческих процессов,
    - машинное распознавание текстов и перевод, разработка вопросно-ответных систем на естественном языке,
    - использование средств искусственного интеллекта в робототехнике.
- **Философские аспекты развития систем ИИ**
  - Изменения в научной картине мира, развитие системных представлений на основе обобщения не только физических и технических, но и биологических моделей.
    - Сравнительный анализ функционирования живого организма и машины.
      - Перенос механических принципов функционирования машины на объяснение живого организма, как исследовательская программа для изучения природных организмов
      - Перенос принципов действий живого организма - продуктивная программа для развития компьютерной техники, информатики, робототехники.
    - Развитие инженерии знаний на основе моделирования информационных процессов мозга, анализа нейронных сетей, психологических механизмов работы мозга
      - Представления о саморегулирующихся системах служат прообразом для создания новых типов технических систем.
      - Способность к обучаемости живых систем становится прообразом создания
        - обучающихся автоматов, сложных вычислительных комплексов и систем с искусственным интеллектом, экспертных систем.
    - Новые модели объяснения в науке
      - Модель технической системы, взятая из кибернетики и теории систем, в виде поточной системы, через которую протекают потоки вещества, энергии и информации, а также модель динамической самоорганизующейся системы стали использовать для описания функционирования человека-машинных систем, физических систем и общества.

## 15.12 Интернет и киберпространство

### *Интернет и киберпространство*

- Сегодня Интернет рассматривается не просто как техническое средство, используемое в различных целях, но как особая онтологическая реальность — киберпространство.
  - С киберпространством связывается наличие виртуального мира в сети, заполненного хранилищами информации, разного рода презентациями, который раскрывается только по частям, причем начиная с любого произвольно выбранного места, и к тому же постоянно изменяется.
    - см.: А.Е. Войскунский. Метафоры Интернета // Вопросы философии. 2001 №11. С.64-79
- Киберпространство часто представляется в виде гиперсети - децентрализованных сетевых структур открытого доступа (производственных, коммерческих, сервисных и др.).
  - Иногда Киберпространство рассматривается как гипертекст - вербальная структура, даже если в нее встраиваются видео- и аудио-фрагменты. Главная его характеристика - связность, структурированность, насыщенность разнородными связями, содержательная полнота.
- Киберпространство — это социотехническая система. В него включаются не только блоки информации, но и люди, представленные редуцировано, как их проекции — вербальные сообщения разной степени истинности, подробности и ответственности

## 15.13 Виртуальная реальность

### *Виртуальная реальность*

- В киберпространстве формируется новый, внетьесный опыт человека. В виде цифрового следа
  - В Интернете индивид существует как виртуальное тело, которого «на самом деле» нет, но есть его биография, список научных работ, фотографии, счет в банке, налоговые отчисления, кредиты и даже долги, следы от переписки с другими такими же виртуальными субъектами. Все это существует лишь на носителях памяти в банке данных, а также в его собственном воображении, в воображении нескольких коллег, подключенных к Интернету.
- Виртуальные миры и институты возможно представить, прочитав их описания
  - Виртуальный мир киберпространства может быть уподоблен сновидению.
  - Человек может отрешиться от текущих событий, может одновременно играть роль как самого себя, так и другого, не боясь необратимости и неотвратимости разворачивающегося сценария и в любой момент выйти из виртуальной реальности «проснуться».
  - В то же время сны проигрывают возможные будущие и прошлые «реальные» события, а настоящее выступает в данном случае как «нереальное».

## 15.14 Ловушки и опасности киберпространства

### *Ловушки и опасности киберпространства*

- Иллюзия бегства от реальности.
  - Именно такого рода опасность возникает для тех, кто всерьез погружается в киберпространство, теряя чувство реальности.
  - В киберпространстве легче выразить то, что при личном общении невозможно или очень трудно психологически высказать, здесь можно сохранить анонимность, возможно исправить то, что в реальной жизни непоправимо.
  - Но, приучившись так «жить» и «действовать», легко утерять способность к нормальному человеческому общению, что часто является причиной бегства от реальности в виртуальный мир.
- Иллюзия свободного доступа.
  - С одной стороны, Интернет предоставляет огромный выбор информационных продуктов и услуг, и каждый может сформировать информационное поле в соответствии со своими запросами, что свидетельствует о наличии альтернативных источников информации, ее доступности для больших масс людей.
  - С другой стороны, часть общества, для которой по каким-либо причинам подключение к сети Интернета невозможно или ограничено, автоматически исключается из дальнейшего общественного функционирования и развития.

## *Ловушки и опасности киберпространства*

- Трансформации сознания
  - Унификация массового сознания. В Интернете распространяются одновременно одни и те же новости, часто выраженные в стандартизованной форме, идет пропаганда западного образа жизни, техногенной цивилизации, рекламируются одни и те же группы товаров.
  - Особенно сильно это воздействует на молодежь, что неизбежно приведет к формированию у новых поколений стандартных стереотипов сознания в большей степени, чем у их предшественников.
- Изменение культуры мышления
  - Распространяется стиль, получивший название клипового мышления
  - Расширяются возможности манипулирования общественным сознанием, распространения дезинформации, которая облачена в форму, вызывающую доверие посетителей Интернета.
- Повышается уязвимость и зависимость от бесперебойного функционирования сети, особенно при массовом заражении различного рода компьютерными вирусами, которые могут не только нарушить, но и разрушить целиком локальные компьютерные сети как индивидуальных пользователей, так и крупных организаций.

## 15.15 Значение новых технологий

### Значение новых технологий

- Сеть образования, поддерживающая данную культуру, аналогична информационной сети.
  - В этом контексте можно представить Интернет как своеобразный глобальный мозг техногенной цивилизации - динамичный информационный орган, опутывающий своей паутиной весь социум, регулирующий информационно-интеллектуальные потоки.
- Открытость сети Интернета для людей всего мира, всех уровней образования и социальных слоев, а также независимо от возможностей индивидуальной мобильности и возраста делает его незаменимым в плане создания новой образовательной среды,
  - Возможность самостоятельно выбирать с помощью имеющихся поисковых систем из всего многообразия практически неограниченных информационных ресурсов любую информацию,
  - Возможность создавать новую форму дистанционного образования.
  - Интерактивная система e-Learning
    - Через сети Интернета может осуществляться регулярная коммуникация между учениками и преподавателями, корректировка текстов, рецензирование, сдача зачетов и экзаменов. Возможны интерактивные консультации с преподавателями, отделенными от учеников большими расстояниями.

## 15.16 Проблема информационной безопасности

### *Проблема информационной безопасности*

- К проблемам информационной безопасности следует отнести:
  - 1) проблемы предотвращения несанкционированного доступа к конфиденциальной информации,
  - 2) использование персональных данных во вред конкретным личностям и социальным группам,
  - 3) вторжения в личную сферу,
  - 4) манипулирование информацией,
  - 5) компьютерную преступность (от вскрытия банковских компьютерных сетей до запуска вирусов в профессиональные информационные сети, могущие привести к техногенным катастрофам),
  - 6) защиту авторских прав,
  - 7) провоцирование психических расстройств и техноСтесс у пользователей сетей
  - 8) конфиденциальность, целостность и надежность информации,
  - 9) опасность ограничения доступа к информации и свободы ее распространения,
- Вопросы создания единого правового пространства в информационном обществе приобретают ключевой характер.
  - Именно благодаря современным средствам связи и передачи информации пространственные границы не имеют прежнего значения для хозяйственной деятельности, а перспективы электронной торговли осознаны многими странами, принимающими законодательные акты для использования цифровой подписи и систем защиты информации.
  - Обеспечение информационной безопасности должно охватывать все уровни, от генерации и переработки до использования информации, которые включают в себя и вычислительные системы, и системы хранения данных, и персонал, управляющий информационной системой, и сеть, обеспечивающую передачу информации.

## 15.17 Социальная информатика

### Социальная информатик а

- **Задачи социальной информатики:**
  - Формирование нового информационного порядка общества, анализ эффективности информационных средств в управлении и самоорганизации общества,
  - Анализ перспектив, тенденций, проблем проникновения информационно-компьютерных технологий во все сферы социальной жизни.
- **Основные положения.**
  - Общество - особая самореферентная система, которая контролирует сама себя, но не контролируемая ничем извне (не машина и не организм).
  - Информационное общество следует понимать как очередную стадию развития современного общества, а не как существующее вне его и над ним киберпространство.
  - Свободный доступ к информации и участие населения в обсуждении крупных технологических проектов создает условия для преодоления господства технократии и экспертоократии в социальном управлении .
    - В информационном обществе осознается необходимость и возможность борьбы с технократическими тенденциями с помощью
      - мультимедийных средств, просвещения населения и гуманитарного образования,
      - организаций институтов относительно независимой системной оценки техники
      - осуществления междисциплинарного прогнозирования инновационного развития.
  - Компьютерные и коммуникационные системы и сети лишь создают условия для оптимального функционирования социальной коммуникации, как, впрочем, и для возникновения новых рисков, но они не могут подменить существующее общество какими-то иными, несоциальными структурами.

## 15.18 Принципы социальной информатики



### Принципы социальной информатики

- Генетический (принцип создания, возникновения).
  - Социальные системы образуются исключительно благодаря коммуникации и ее символическим средствам.
    - Исторически первым импульсом для возникновения особых символизированных средств коммуникации стало изобретение и распространение письменности, которая расширила коммуникативный потенциал общества и вывела его за пределы непосредственных контактов..
- Личностный принцип подчеркивает координацию сознания и коммуникации., которая возможна благодаря языку
- Сетевой принцип.
  - Следующей после языка и письменности ступенью развития коммуникаций является формирование сети Интернета, более существенно расширяющей возможности коммуникации и число включенных в нее индивидов.
- Социально-технологический принцип.
  - Техника, как техническая аппаратура представляет собой лишь данность внешнего окружения коммуникационных систем,
  - Технизация коммуникации, подчеркивает Луман, сама требует наблюдения за ее функционированием и социального контроля.

## 15.19 Моделирование и вычислительный эксперимент

### *Моделирование и вычислительный эксперимент*

- **Модель** – опытный образец или информационно-знаковый аналог объекта – оригинала.
  - Модель – изоморфный или гомоморфный образ исследуемого объекта, всегда строится на основании отношения тождества с оригиналом в заданном интервале абстракций. Другими словами, на основании сходства признаков или отношений.
  - Для макетов (материальных моделей) приоритетно сходство и отношение размеров, для математических (вычислительных) моделей – общий принцип, аналогия отношений.
- **Моделирование** – метод исследования различных систем и объектов (природных, социальных, социотехнических, социокультурных, когнитивных) путем переноса знаний, полученных в процессе построения и анализа соответствующих моделей.
  - Перенос знания с модели на оригинал совершается по принципу аналогии (строгая, нестрогая, ложная).
  - Метод аналогии получили широкое распространение сначала в естествознании в рамках мысленного эксперимента.
  - В XX в. – как метод математических моделей в науке, вычислительный эксперимент в технике (составляет содержание прикладных математических дисциплин).
  - Во второй половине XX в., с возникновением кибернетики и в конце века – информатики, распространяется компьютерное моделирование сложных ситуаций разного плана. Возникает проблема соотнесения результатов такого моделирования (сценария) с реальностью.

**Моделирование системы на ЭВМ позволяет:**

- уже на ранних этапах проектирования представить систему как целостный объект,
- анализируя такую модель, принимать научно обоснованные решения по выбору наиболее подходящей реализации отдельных компонентов системы с точки зрения их взаимосвязи,
- учесть заранее различные факторы, влияющие на систему в целом, и условия ее функционирования,
- выбрать наиболее оптимальную структуру и наиболее эффективный режим ее работы.

Для сложных человеко-машинных систем такой анализ невыполним средствами традиционного моделирования, и ему обязательно требуется компьютерная поддержка.

**Компьютерное моделирование** - представляет собой имитационное моделирование сложных взаимодействий и структур, составными частями которого выступают вычислительный эксперимент и программирование.

Современный имитационный эксперимент коренным образом отличается от эксперимента в классической науке.

Без использования современной вычислительной техники невозможно учесть многочисленные данные о сложной системе, которые необходимы исследователю и проектировщику, особенно если иметь в виду их разнородность, связанную с использованием знаний различных дисциплин и участием в создании таких систем разнообразных специалистов.

Автоматизация имитационного моделирования направлена на расширение возможностей исследователя и проектировщика для прогнозирования поведения системы в различных меняющихся условиях и выбора адекватных этим условиям решений

## 15.20 Особенности имитационного моделирования

### • Особенности имитационного моделирования.

- В познавательном отношении :
  - Исследование сложных внутренних взаимодействий в системе,
  - Изучение влияния структурных изменений на ее функционирование,
  - Анализ влияния изменений в окружающей среде,
    - В модель вносят соответствующие трансформации и наблюдают их воздействие на поведение системы.
    - На основе полученных в результате моделирования данных разрабатываются предложения по улучшению существующей структуры системы или созданию совершенно новой структуры.
- В прогностическом отношении нововведения можно проверять с помощью имитации еще до их практического внедрения в форме
  - предварительной проверки новых стратегий и решений,
  - предсказания на модели узких мест, имеющихся в системе,
  - описания и прогнозирования на модели возможных путей естественного развития имитируемой системы в различных условиях,
  - обоснования выбора вариантов ее структуры при соответствующих изменениях этих условий.
- В конструктивно-технологическом аспекте имитационное моделирование позволяет
  - формировать виртуальные структуры и распознавать структуры,
  - оптимизировать их по заданному критерию,
  - осуществлять имитацию динамики системы на этих структурах,
  - оценивать качество вариантов моделей проектируемой системы.

## 15.21 Принципы и этапы имитационного моделирования

### *Принципы и этапы имитационного моделирования*

- Главный принцип – виртуализация объекта, системы, ситуации, среды.
  - Создание с помощью компьютера особой виртуальной реальности (сценария) действия (динамики). Реализуется этот принцип через поэтапное выстраивание модели.
- Построение вербальной модели.
  - Первоначально модель необязательно имеет строго формализованный вид,дается ее содержательное описание на естественном языке, такую модель называют вербальной.
- Построение математической модели.
  - На следующем этапе она должна быть представлена уже в математическом виде и с помощью различных языков программирования.
- Генерация вариантов модели.
  - Собственно имитационный эксперимент. В основании – формулирование эвристик в виде принципиальных установок «как если бы» (als ob).
  - Экспериментирование с моделью на компьютере заключается в анализе поведения объекта моделирования в гипотетически изменившихся условиях.
  - Выбор наиболее пригодного для данных условий варианта модели и его оптимизация – являются проектными задачами и находятся в прямой зависимости от целей исследования или проектирования.
- Критерии обоснования в выборе модели
  - Содержательный. Выбор модели сопряжен с определением границ, в которых результаты, полученные на модели, являются справедливыми для исследуемой или проектируемой системы.
  - Инновационный (Эвристический). Возможность развития (познавательного и конструктивного) при моделировании динамики различных исследуемых процессов.
  - Описательный (объяснительный). Компьютерное моделирование дает возможность представить результаты исследования яснее, проще и быстрее.
  - Конструктивный. Возможность реализации системы.

## 15.22 Научное знание в информационном обществе

### *Научное знание в информационном обществе*

- В цифровую эпоху знание выступает не только в роли основы научного прогресса, но становится экономической и политической силой, воздействие которой нельзя оторвать от разноплановых взаимодействий в социуме.
  - Нематериальные активы в форме интеллектуального капитала получают приоритет в экономической оценке успешной деятельности корпорации.
- Научная экспертиза, обеспечивая профессиональную оценку текущей и предполагаемой динамики состояния корпорации, становится базовым фактором в процессах управления социотехнической системой.
  - Экспертное знание играет ключевую роль в оценке деятельности любой организации.
- XXI век поставил перед профессиональным сообществом задачу разработки интегральных подходов в технологии производства знания.
- Необходимость экспертных оценок на основе интегрирования знания и практики в прогнозировании стратегии действия системы в неопределенной ситуации проецируется на образовательную сферу.
- Профессионал нового типа определяется способностью проектировать и решать комплекс задач в условиях неопределенности, с применением высоких интеллектуальных технологий.

## 15.23 Экспертные системы и экспертные сообщества

### Экспертные системы и экспертные сообщества

- Информационно-интеллектуальное общество постмодерна трактуется в современной литературе как общество знания, базовой экономической характеристикой которого выступает «когнитивный капитализм».
  - Тенденция капитализации знания и отчуждение интеллектуального ресурса от реального индивидуума усиливается в цифровую эпоху созданием сетевых экспертных сообществ и экспертных систем, работа которых строится на основе использования типовых алгоритмов логики и базы данных
  - Появление экспертных систем связано с разработкой программных приложений, которые моделируют широкий круг задач в неформализованных областях познавательной деятельности.
- Современные экспертные системы объединяются в интегрированные приложения, включая базы данных и пакеты прикладных программ
  - Показатель интеллектуальности экспертной системы - способность находить в базе данных и использовать в нужный момент необходимые знания.
  - Организация работы компьютерной экспертной системы имитирует мыслительный процесс.
  - Технологические проблемы при этом связаны с доступом к знаниям, критерии доступа предполагают:
    - связность знаний и данных (что ассоциируется в естественном восприятии информации с концептуальной установкой);
    - механизм доступа к знаниям (который соотносится с передачей закодированной информации);
    - способ сопоставления (который соотносится с пониманием смысла, скрытого в кодах).

## 15.24 Экспертное сообщество

### *Экспертное сообщество*

- В современном мире необходимость экспертного знания с использованием больших баз данных для прогнозирования социотехнических проектов связана с предотвращением техногенных рисков.
  - Г. Бехманн интерпретирует современное общество как общество риска, живущее в условиях неопределенности будущего (как открытая система) и зависимого в принятии решений от научных знаний и наличия ценностных установок у экспертных сообществ.
- Задачи экспертных сообществ связаны с выявлением рисков технологических инноваций, содержащих потенциальную угрозу человечеству (или, напротив, благоприятную перспективу).
  - Первым методом формирования экспертного знания был опрос ученых (Delphi method).
  - Распространенный в современной ситуации метод разработки вероятных сценариев будущего в качестве прогноза на базе экспертного знания обозначают термином «форсайт».
- Вместе с оформлением экспертных сообществ в форме «фабрики мыслей» (think tanks) и центра стратегических исследований выявляется различие роли ученых как представителей фундаментальной науки, обращенных к явлениям природы, и как экспертов в создании знаний о мире и прогнозировании глобального развития.
- Ученые в качестве советников-экспертов, интерпретирующих фундаментальное и прикладное научное знание в его прогностической функции, могут обретать определенную политическую власть

## 15.25 Отношение к экспертному знанию. Роль эксперта

*Отношение к  
экспертному  
знанию*

*Роль эксперта*

- В условиях высокой динамики запросов на научный результат зачастую возникает дисперсия знания, вызванная высоким темпом институциональных изменений в науке и трансформационных процессов в обществе.
- Появление новых феноменов, необъяснимых в рамках устоявшихся взглядов на мир, создает в обществе почву для недоверия научной экспертизе, которое сменило безусловное доверие масс к научному знанию в прошлом веке.
- В современном мире пользователь социальной сети может выступать в роли эксперта как хорошо информированный гражданин.
  - А. Шюц выделил три идеальных типа: «эксперт», «обыватель» и «хорошо информированный гражданин», который считает себя вполне способным решить, кто является компетентным экспертом
- В структуре современного общества знания позиция эксперта должна быть публично удостоверена сообществом специалистов в определенной сфере.
  - В компетентной среде научного сообщества
  - В среде экспертного сообщества

## 15.26 Специфика профессиональных взаимодействий в сетевом укладе

*Специфика  
профессиональ-  
ных  
взаимодействий  
в сетевом  
укладе*

- Техническая инфраструктура Интернет позволяет реализовывать третью профессиональную революцию, создавая условия формирования новых суперэлит профессионалов для решения комплексных проблем
- Виртуальный коллектив, ресурсы Интернет и средства управления знаниями образуют структуру сетевого экспертного сообщества, которая функционирует в киберпространстве.
- Виртуальная форма трансдисциплинарной организации экспертного знания объединяет цели, ресурсы, традиции и опыт ряда подобных сообществ, а также координирует их развитие.
- В современных информационных условиях принцип трансдисциплинарности реализуется через формирование виртуальных экспертных профессиональных сред в виде эпистемических сообществ - международной сети специалистов по определенному вопросу или типу знаний.
  - На уровне государственной политики значимые решения принимаются по рекомендациям специалистов – экспертов.
  - Экспертные эпистемические сообщества стремятся преобразовать свои убеждения в доминантный социальный дискурс и социальную деятельность.
    - часто создаются искусственно для использования в качестве инструмента давления в случае навязывания нужных решений через международные органы.
  - Феномен эпистемических сообществ дает наглядный пример связи между эффективностью управления и социокультурной средой, подчеркивая тот факт, что социокультурные среды аккумулируют и активизируют явные и неявные ресурсы инновационного развития.

## 15.27 Функции инженера

- Третья профессиональная революция начинается в 70-е гг. ХХ в., когда появляется новый слой специалистов – транспрофессионалов, которые, благодаря развитию своего мышления и организации деятельности, готовы трудится в разных профессиональных средах, свободно входить в структуры и покидать их, создавая для решения какого-либо комплекса задач адекватные формы организации.
- Способность синтезировать не только методы и средства, но также способы мышления и деятельности под конкретную задачу, у которой нет готовых вариантов решения, выступает основой профессиональной пригодности такого рода специалиста.
- В своей деятельности транспрофессионалы должны учитывать интересы различных людей, социальных групп, поколений, а также нести на себе моральную ответственность за предлагаемые ими варианты решения.
- Ключевым принципом третьей профессиональной революции выступает «кастомизация» (от англ. customization) – расчет предполагаемого результата, проектируемого вместе с заказчиком, и учитываяющего его условия.
  - Функции инженера расширяются, он должен быть предпринимателем и менеджером, а также многосторонним техническим специалистом, способным
    - осуществлять трансдисциплинарный синтез знаний в экспертизе и обосновании проекта.
    - прогнозировать прототипы взаимоотношений, результатом которых является теоретически обоснованное определение вариантов развития новых процессов. (Именно в таком ключе представлена модель капитализации будущего в матрице рынка А.Вайно).

Функции  
инженера

# Список литературы (блок физмат наук)

## Литература по философии науки: первоисточники

- Блур, Д. Сильная программа в социологии знания / Д. Блур // Логос. – 2002. – № 5/6. – С. 162—185.
- Витгенштейн, Л. Логико-философский трактат / Л. Витгенштейн. – М. : ОЛМА Медиа Групп, 2007. – 233 с.
- Декарт, Р. Сочинения / Р. Декарт ; пер. с лат. и фр. – СПб. : Наука, 2006. – 648 с.
- Карнап, Р. Научное миропонимание – Венский кружок / Р. Карнап, Г. Ганн, О. Нейрат // Логос. – 2005. – № 2. – С. 13—27.
- Кун, Т. Структура научных революций / Т. Кун ; пер. с англ. – М. : АСТ, 2009. – 317 с.
- Лакатос, И. Избранные произведения по философии и методологии науки / И. Лакатос ; пер. с англ. – М. : Академический проект Трикста, 2008. – 475 с.
- Лакатос, И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / И. Лакатос ; пер. с англ. – М. : Медиум, 1995. – 236 с.
- Локк, Дж. Избранные философские произведения : В 2 т. / Дж. Локк. – М. : Соцэкиз, 1960. – Т. 1 : Опыт о человеческом разуме. – 734 с.
- Лоренц, К. Кантовская доктрина априори в свете современной биологии / К. Лоренц // Человек. – 1997. - № 5. – С. 23—25.
- Мах, Э. Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования / Э. Мах. – М. : Бином, 2003. – 455 с.
- Патнэм, Х. Разум, истина и история / Х. Патнэм ; пер. с англ. – М. : Практисис, 2002. – 294 с.
- Поппер, К. Логика и рост научного знания : Избр. работы / К. Поппер ; пер. с англ. – М. : Прогресс, 1983. – 605 с.
- Рассел, Б. Человеческое познание : его сфера и границы / Б. Рассел ; пер. с англ. – М. : Терра, 2000. – 463 с.
- Тулмин, С. Человеческое понимание / С. Тулмин ; пер. с англ. – М. : Прогресс, 1984. – 327с.
- Фейерабенд, П. Против методологического принуждения / П. Фейерабенд // Избранные труды по методологии науки / П. Фейерабенд. – М. : Прогресс, 1986. – С.125—467.

## Список первоисточников по истории и философия естествознания

- Альберт Эйнштейн и теория гравитации : Сб. статей (к 100-летию со дня рождения). – М. : Мир, 1979. – 592 с.
- Бор, Н. Избранные научные труды : В 2 т. / Н. Бор. – М. : Наука, 1971. – Т 2 : Статьи, 1925—1961. – 675 с.
- Борн, М. Размышления и воспоминания физика / М. Борн. – М. : Наука, 1977. – 280 с.
- Бройль, Л. де. Избранные научные труды / Л. де Бройль. – М. : Логос, 2009. – 512 с.
- Бруно, Д. Философские диалоги / Джордано Бруно. – М. : Алетейя, 2000. – 317 с.
- Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : АЙРИС-пресс, 2009. – 571 с.
- Гейзенберг, В. Физика и философия. Часть и целое / пер. с нем. – М. : Наука, 1989. – 399 с.
- Гинзбург, В. Л. О науке, о себе и о других : статьи и выступления / В. Л. Гинзбург. – М. : Физматлит, 2003. – 544 с.
- Дарвин, Ч. Р. Происхождение видов путем естественного отбора / Ч. Дарвин ; пер. с англ. – М. : Тайдекс К°, 2003. – 494 с.
- Девис, П. Суперсила. Поиски единой теории природы / под ред. Е. М. Лейкина. – М. : Мир, 1989. – 271 с.
- Декарт, Р. «Рассуждение о методе...» и другие произведения, написанные в период с 1627 г. по 1649 г. / пер. с лат. и фр. ; Р. Декарт. – 2-е изд. – М. : Акад. проект, 2014. – 322 с.

Дирак, П. А. М. Пути физики / пер. с англ. Н. Я. Смородинской. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 87 с.

Карнап, Р. Философские основания физики. Введение в философию науки / Р. Карнап ; Пер. с англ., предисл. и коммент. Г. И. Рузавина. – 2-е изд., испр. – М. : УРСС, 2003. – 385 с.

Кендрью, Дж. Нить жизни / пер. с англ. В. В. Борисова ; под ред. Н. С. Анндреевой. – М. : Мир, 1968. – 123 с.

Классики советской генетики. 1920—1940 : Сб. статей / отв. ред. П. М. Жуковский. – Л. : Наука, 1968. – 539 с.

Коперник, Н. О вращениях небесных сфер / Н. Коперник; предисл. и коммент. Ст. Хокинга. – СПб. : Амфора, 2009. – 578 с.

Ламарк, Ж.-Б. Избранные произведения. Т. 2 : Вступительные лекции к курсу зоологии ; Философия зоологии ; Статьи и отрывки из произведений / Ж.-Б. Ламарк. – М. : Изд-во АН СССР, 1955. – 968 с.

Лаплас, П.С. Изложение системы мира / П. С. Лаплас ; пер. В. М. Васильева. – Л. : Наука, 1982. – 374 с.

Латыпов, Н. Н. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная. В поисках физических и философских концепций XXI в. / Н. Н. Латыпов, В.А. Бейлин, Г. М. Верешков. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 230 с.

Леонардо да Винчи. Избранные произведения : в 2 т. / Леонардо да Винчи ; ред. А. К. Дживелегова и А. М. Эфроса. – М. : Изд-во Студии А. Лебедева, 2010.

Линней, К. Философия ботаники / К. Линней ; пер. с лат. – М. : Наука, 1989. – 451 с.

Ломоносов, М. И. Избранные произведения / М. В. Ломоносов ; сост., коммент. О. Д. Минаева. – М. : Ф-т журналистики МГУ, 2011. – 342 с.

Лоренц, К. Оборотная сторона зеркала / К. Лоренц ; пер. с нем. А. И. Федорова, Г. Ф. Швейнико. – М. : Республика, 1998. – 492 с.

Максвелл, Д. К. Статьи и речи / пер. с англ. ; сост. и коммент. У. И. Франкфурта. – М. : Наука, 1968. – 422 с.

Менделеев, Д. И. Границ познанию предвидеть невозможно : Сборник / сост. Ю. И. Соловьев. – М. : Сов. Россия, 1991. – 588 с.

Мендель, Г. Избранные работы / Г. Мендель. – 2-е изд. – М. : Медицина, 1968. – 175 с.

Ньютона, И. Математические начала натуральной философии / пер. с лат. и коммент. А. Н. Крылова ; под ред. Л. С. Поллака. – М. : Наука, 1989. – 687 с.

Планк, М. Единство физической картины мира : Сб. статей / пер., сост. У. И. Франкфурт. – М. : Наука, 1966. – 287 с.

Пригожин, И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – 5-е изд., испр. – М. : УРСС, 2003. – 239 с.

Птолемей, К. Альмагест или Математическое сочинение в тринадцати книгах / К. Птолемей ; пер. с древнегреч. И. Н. Веселовского. – М. : Наука, 1998. – 671 с.

Пуанкаре, А. О науке : сборник / А. Пуанкаре ; пер. с фр. – 2-е изд. – М. : Наука, 1990. – 735 с.

Тэйлор, Э. Ф. Физика пространства-времени / Пер. с англ. Н. В. Мицкевича. – М. : Мир, 1969. – 256 с.

Фарадей, М. Экспериментальные исследования по электричеству : В 3 т. / М. Фарадей. – М. : Изд-во АН СССР, 1947. – Т. 1. – 848 с.

Хокинг, С. Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг ; пер. с англ. – СПб. : Амфора, 2014. – 230 с.

Чернавский, Д. С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации / Д. С. Чернавский. – 3-е изд., доп. – М. : ЛИБРОКОМ, 2009. – 300 с.

Шмальгаузен, И. И. Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора / И. И. Шмальгаузен. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1968. – 451 с.

- Шредингер, Э. Что такое жизнь с точки зрения физики ? / Э. Шредингер ; пер. с англ. – М. : РИМИС, 2009. – 169 с.
- Эйнштейн, А. Физика и реальность : Сб. статей / А. Эйнштейн. – М. : Наука, 1965. – 359 с.
- Энгельс, Ф. Диалектика природы / Ф. Энгельс. – М. : Политиздат, 1987. – 349 с.

***Научная литература для изучения по истории науки (естественные и математические науки):***

- Арнольд, В. И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук. Первые шаги математического анализа и теории катастроф, от эволвент до квазикристаллов / В. И. Арнольд. – 2-е изд. – М. : ЛЕНАНД, 2014. – 93 с.
- Атомный проект СССР. Документы и материалы : В 3 т. / Сост. Л. И. Кудинова ; под общ. ред. Л. Д. Рябева. – М. : Наука, 1998.
- Вайскопф, В. Ф. Физика в двадцатом столетии / В. Вайскопф ; пер. с англ. – М. : Атомиздат, 1977. – 269 с.
- Возникновение и развитие химии с древнейших времен до XVII века / Отв. ред. Ю. И. Соловьев. – М. : Наука, 1980. – 399 с. (Всеобщая история химии).
- Гнedenко, Б. В. Очерки по истории математики в России / Б. В. Гнеденко. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : КомКнига, 2005. 291 с.
- Деятели русской науки XIX-XX веков. История науки и техники / отв. ред. И. П. Медведев. – СПб. : Дмитрий Буланин, 2000. – Вып. 1. – 410 с. ; Вып. 2. – 412 с.
- Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики. С древнейших времен до конца XVIII века / Я. Г. Дорфман. – Изд. 3-е. – М. : URSS ЛКИ, 2010. – 350 с.
- Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики. С начала XIX до середины XX века / Я. Г. Дорфман ; вступ. ст. и послесл. И. К. Кикоина. – Изд. 4-е. – М. : Изд-во ЛКИ, 2011. – 317 с.
- История учения о химическом процессе / Отв. ред. Ю. И. Соловьев. – М. : Наука, 1981. – 447 с. (Всеобщая история химии).
- Канаев, И. И. Избранные труды по истории науки : Сб. статей / И. И. Канаев. – СПб. : Алетейя, 2000. – 491 с.
- Ковалев, Ю. Ю. География мировой науки : Учеб. пособие / Ю. Ю. Ковалев. – М. : Гардарики, 2002. – 156 с.
- Колчинский, Э. И. Неокатастрофизм и селекционизм : Вечная дилемма или возможность синтеза? (Историко-критические очерки) / Э. И. Колчинский. СПб. : Наука, 2002. – 553 с.
- Осипов, В. И. Петербургская Академия наук и русско-немецкие научные связи в последней трети XVIII века / В. И. Осипов. – СПб. : ПФА РАН, 1995. – 159 с.
- Рабинович, В. Л. Алхимия как феномен средневековой культуры / В. Л. Рабинович. – М. : Наука, 1979. – 391 с.
- Рыбников, К. А. История математики : Учеб. / К. А. Рыбников. – М. : Изд-во МГУ, 1994. – 495 с.
- Свасьян, К. А. Становление европейской науки / К. А. Свасьян. – М. : Evidentis, 2002. – 435 с.
- Сорокина, Т. С. История медицины / Т. С. Сорокина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ПАИМС, 1994. – 381 с.
- Становление химии как науки / Отв. ред. Ю. И. Соловьев. – М. : Наука, 1983. – 463 с. (Всеобщая история химии).
- Стройк, Д. Я. Краткий очерк истории математики / Д. Я. Стройк ; пер. с англ. – М. : Наука, 1978. – 335 с.

- Фолта, Я. История естествознания в данных. Хронол. обзор / Я. Фолта ; Пер. со словац. – М. : Прогресс, 1987. – 494 с.

# Список литературы (блок технических наук)

## Список первоисточников

### Литература по философии науки: первоисточники

1. Декарт Р. Сочинения: в 2 т. М.: Мысль, 1989
2. Локк Дж. Опыт о человеческом разумении // Сочинения: в 3 т. М.: Мысль, 1985
3. Карнап Р., Ганн Г., Нейрат О. Научное миропонимание – Венский кружок // Логос. – 2005. - №2 (47)
4. Шлик М. О фундаменте познания// Аналитическая философия: Избр. Тексты. – М, 1993
5. Шлик М. Поворот в философии // Хрестоматия по философии. – М. 1997
6. Витгенштейн Л. Логико-философский трактат. М.Наука. 1958
7. Рассел Б. Человеческое познание: его сфера и границы. М., 1957
8. Юм Д. Трактат о человеческой природе. Книга первая. О познании. М, 1995
9. Поппер К. Логика и рост научного знания. М. Прогресс. 1983
10. Фейерабенд П. Против методологического принуждения // Избранные труды по методологии науки. – М.: Прогресс, 1986. - С.125-467
11. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. // Структура научных революций М.: Изд-во АСТ, 2001
12. Лакатос И. Истории науки и ее рациональные реконструкции // Структура научных революций. - М.: Изд-во АСТ, 2001
13. Мах Э. Познание и заблуждение. М.: Бином, 2003
14. Кун Т. Структура научных революций. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001
15. Тулмин С. Человеческое понимание. – М.: Прогресс, 1984
16. Патнэм Р. Разум, истина и история. Серия: Философия. \_ М.: Практис, 2002
17. Лоренц К. Кантовская доктрина априори в свете современной биологии // Человек – 1997. - №5
18. Блур Д. Сильная программа в социологии знания // Логос. - №5/6 (35). - 2002

### Литература по философии техники: первоисточники

1. Бердяев Н.А. Человек и машина. ВФ, №2. 1989.
  2. Ортега-и-Гассет Х. Размышления о технике. ВФ, №10. 1993
  3. Кестлер А. Дух в машине. ВФ, №10. 1993.
  4. Розин В.М. Философия техники и опыт культурно-исторической реконструкции техники. ВФ, №3. 1996.
  5. Яних П. Человек и автомат: размышления о заменимости человека техническим устройством. ВФ, №3. 1996.
  6. Кеттер Р. К отношению технической и естественнонаучной рациональности.//Философия техники а ФРГ. М., Прогресс, 1989.
  7. Х. Бек. Сущность техники. // Философия техники в ФРГ. М., Прогресс, 1989
  8. Ракитов А.И. Философия компьютерной революции. М., 1989.
  9. Хайдеггер М. Разговор на проселочной дороге. Изб. Ст. М., 1991.
  10. Перспективы информатизации общества. Сб., М., 1990.
  11. Касатонов В. Аналитическая геометрия Декарта и проблемы философии и техники. // ВФ №1, №2., 1989.
  12. Кастельс М. Информационная эпоха. М.2000
- Научная литература для изучения по истории науки (технические науки):

- Актуальные проблемы истории культуры, науки и техники. М., 1993.
- Артоболевский И.И. Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х годов XIX века. М., 1978.

- *Виргинский В.С.* Очерки истории науки и техники XVI–XIX вв. М., 1984.
- *Гузевич Д.Ю.* Научно-техническое знание и зарождение профессиональной деятельности по его производству во второй четверти XVI – первой половине XVIII века. СПб., 1996.
- *Гузевич Д.Ю.* Становление системы научно-технического знания и профессиональной деятельности во второй половине XVIII – начале XIX века. СПб., 1998.
- *Джеймс П., Торп Н.* Древние изобретения. Минск, 1997.
- *Добиаш-Рождественская О.Я.* Культура западноевропейского средневековья. Научное наследие. М., 1998.
- *Иванов Б.И., Чешев В.В.* Становление и развитие технических наук. Л., 1977. 263 с.
- История механики с конца XVIII в. до середины XX в. / Отв. ред. А.Т. Григорян, И.Б. Погребысский. М.: Наука, 1972.
- *Козлов Б.И.* Возникновение и развитие технических наук. Опыт историко-теоретического исследования. Л., 1988. 247 с.
- *Лилли С.* Люди, машины и история. М., 1977.
- *Остольский В.И., Чеканов А.А.* Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х годов XIX века. М., 1978.
- *Симоненко О.Д.* Створение техносферы: проблемное осмысление истории техники. М., 1994. 111 с.
- Техника в ее историческом развитии / Отв. ред. СВ. Шухардин, Н.К. Ламан, А.С. Федоров. Т. 1-И. М: Наука, 1979–1982.
- *Фигуровская В.М.* Техническое знание. Особенности возникновения и функционирования. Новосибирск, 1982. 192 с.

### Порядок выполнения работы

#### Исходные требования

Освоение текстов первоисточников по истории и философии науки самостоятельно в соответствии с предложенным списком первоисточников.

Аспирант для самостоятельной работы выбирает 5 первоисточников из списка или предлагает новое произведение.

Выбор произведения согласовывается с преподавателем.

**Формы контроля** СРА - самоконтроль, контроль преподавателя в течение учебного года, контроль на экзамене

**Формы отчетности** – сообщение, доклад, письменный отчет.

# Вопросы к зачёту и экзамену

## (I) Общие проблемы философии науки.

1. Предмет философии науки (определение содержания термина «наука», различие научного и вненаучного знания, критерии научного знания, специфика науки как сферы деятельности).
2. Философские основания науки
3. Соотношение позитивного научного и философского знания
4. Основные стадии эволюции науки как системы познавательной деятельности: преднаука и развитая наука; классическая, неклассическая, постнеклассическая наука.
5. Предпосылки философии науки в Античную эпоху и Новое время (умозрительные методы познания и классификации наук по Аристотелю, натурфилософские концепции о строении мира, истинный метод науки в эмпиризме и рационализме, Ф. Бэкон, Р. Декарт).
6. Позитivistские концепции в философии науки. Демаркация науки и философии (О. Конт, Г. Спенсер, Дж. Милль). Эмпириокритицизм о структуре опыта (Р. Авенариус, Э. Макс).
7. Неопозитивистская концепция науки: принципы верификации, конвенционализма, физикализма. Логический позитивизм о структуре опыта и языке науки.
8. Концепции постпозитивизма. Критический рационализм К. Поппера.
9. Концепция исследовательских программ И. Лакатоса.
10. Т. Кун об исторической динамике науки.
11. Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда.
12. Социология науки в постпозитивизме. Проблема интернализма и экстернализма в понимании механизмов развития науки.
13. Динамика науки как процесс порождения нового знания. Формы развития научного знания: проблема и гипотеза.
14. Эмпирический уровень научного познания. Формы организации знания на эмпирическом уровне. Эмпирические методы.
15. Теоретический уровень научного познания. Формы организации знания на теоретическом уровне. Теоретические методы.
16. Методология обоснования. Научная форма обоснования. Законы логики и принципы аргументации.
17. Методология развития научного знания. Требования к постановке проблем и обоснованию гипотез.
18. Модели научного объяснения. (+ Объяснение, понимание, интерпретация как основание трансляции опыта науки, популяризации и развитии научного знания)
19. Исторические типы научной рациональности и научные революции
20. Особенности современного этапа развития науки. Междисциплинарные взаимодействия, общенаучные понятия, системная методология.
21. Предпосылки формирования экофилософии (учение о биосфере и ноосфере В.И.Вернадского, русский космизм, Римский клуб о глобальных кризисах)

22. Принципы синергетики (теории самоорганизации) и универсальный эволюционизм в формировании современной научной картины мира.
23. Отношение общества к науке. Сциентизм и антисциентизм
24. Этапы развития науки как социального института.
25. Место и роль науки в культуре техногенной цивилизации. Проблема ценности научно-технического прогресса.

## **(II) Философские проблемы естествознания. Общие вопросы**

1. Предмет философии естествознания.
2. Онтологические проблемы естествознания
3. Теоретико-познавательные и методологические аспекты естествознания
4. Базовые модели естественнонаучного объяснения.
5. Первая система естествознания – натурфилософия: познавательная установка, метод, круг проблем.
6. Мировоззренческие и методологические принципы классического естествознания. Динамический детерминизм. Выявление границ механического объяснения на рубеже 20в.
7. Философские и теоретические основания химии как предметной области естествознания
8. Идеалы теоретического естествознания. Принципы построения логически строгой теории. Высшая математика и естествознание.
9. Методологические установки в создании теоретической физики. СТО и становление релятивистской физики
10. Мировоззренческое значение общей теории относительности
11. Философские аспекты квантовой теории. Проблема индетерминизма
12. Философские проблемы теоретической биологии. Принципы наследственности и изменчивости в становлении генетики
13. Проблемы концептуального синтеза генетики и теории эволюции
14. Эволюционная биология – проблема естественного отбора и механизмов биоэволюции.
15. Междисциплинарные стратегии в естествознании XXв. Функциональный, системный, информационный подходы.
16. Синергетическая парадигма: основные понятия и принципы. Теория самоорганизации.
17. Научная картина мира и философские проблемы естествознания. Проблемы физической картины мира (механической, электродинамической, квантовой).
18. Идея эволюции и концепция тонкой подстройки в физической картине мира.
19. Междисциплинарные принципы в формировании естественнонаучной картины мира (системность и самоорганизация).
20. Глобальный эволюционизм – новая натурфилософская позиция в системе современного естествознания. Картина мира в глобальном эволюционизме

**(III) Философские проблемы естествознания. Вопросы по специальным разделам естествознания и математики****Философские проблемы физики**

1. Место физики в системе естественных наук.
2. Философские проблемы становления концепций теоретической физики. Теория относительности. Теория строения атома и физика элементарных частиц.
3. Онтологические проблемы физики
4. Физический вакуум и поиск единой теории
5. Проблема пространства и времени
6. Проблема детерминизма. Индетерминизм в квантовой механике.
7. Квантовая механика и объективность научного знания. Проблема природы квантовых явлений.
8. Системные идеи в физике.
9. Теоретические и эмпирические основания биофизики.
10. Представление о квантовом компьютере.
11. Основания и концептуальная структура современных астрофизических теорий.
12. Изменение представлений о характере физических законов в связи с концепцией «Большого взрыва» в космологии и формированием синергетики.

**Философские проблемы химии**

1. Специфика предмета химии и его эволюция в истории науки.
2. Становление химии как области экспериментального естествознания.
3. Представление о концептуальных системах химии.
4. Развитие учения об элементах.
5. Возникновение структурных теорий в процессе развития органической и неорганической химии.
6. Химическая кинетика и проблема поведения химических систем.
7. Концепции о самоорганизации химических систем.
8. Взаимодействие физики и химии. Тенденции физикализации химии.
9. Междисциплинарные концептуальные системы в химии. Биохимия и геохимия. Биосферная концепция В.И.Вернадского.
10. Эволюционные проблемы в химии.

**Философские проблемы биологии**

1. Предмет философии биологии. Цели и объекты биологического исследования: история и современность.
2. Проблемы построения теоретической биологии.
3. Методологические установки и парадигмы в биологии. Перспективы информационного подхода.
4. Проблемы эволюционной теории. Синтетическая теория эволюции. Представления о механизмах эволюции.
5. Эволюционная биология и эпистемология К.Лоренца.

6. Сущность живого. Проблема возникновения жизни. Соотношение биохимической и биологической эволюции.
7. Проблема детерминизма в биологии. Место целевого подхода в биологических исследованиях. Функциональные описания.
8. Философские проблемы биотехнологий, генной и клеточной инженерии, клонирования. Предмет биоэтики.
9. Принцип системности в биологии. Концепция биосферного единства. Коэволюционная стратегия глобального эволюционизма.
10. Социobiология. Концепция генокультурной коэволюции.

#### Философские проблемы математики

1. Специфика математики. Понятие математической реальности и математического объекта. Природа математического мышления.
2. Структура математического знания. Теоретическая математика, прикладная математика, метаматематика.
3. Философские проблемы в истории математики.
4. Проблема потенциальной и актуальной бесконечности.
5. Аксиоматический метод в математике. Аксиоматизация и формализация.
6. Проблема полноты формализованной системы. Проблема соотношения формальных и содержательных теорий.
7. Проблема обоснования математики: программа логицизма, интуитивизма, формализма.
8. Философско-методологические проблемы математизации знания.
9. Математика и информатика. Понятие информации.
10. Компьютерная революция и математика.
11. Моделирование и вычислительный эксперимент.

**Примечание:** по данному разделу (**III**) формулируются вопросы, связанные с темой диссертации.

**Дополнительный вопрос.** Пять первоисточников по специальности по выбору аспиранта из рекомендуемой литературы в программе, базовом учебнике, из списка первоисточников.

## Общие проблемы философии науки. Зачёт

**(1) Предмет философии науки (определение содержания термина «наука», различие научного и внеученного знания, критерии научного знания, специфика науки как сферы деятельности).**

Философия работает с категориями, а категория – это предельно общее понятие. По аналогии в физике используем понятие материя и при этом не сосредотачиваемся на том, каким образом она выражается. Как только начинаем её конкретизировать, то начинаем исследовать структуру материи и так далее.

Категории составляют основной предмет философии.

Когда мы говорим о философии науки (т.е. как философия совмещается с научным познанием), то сталкиваемся с достаточно общим понятием – самим термином «наука».

Термин «наука» достаточно универсальный, так как мы конкретно не говорим ни о физических, ни о математических науках. И от того, как мы сформулируем термин «наука», к ней будет привязана и история самой науки.

Современное понимание: Наука – динамическая система объективных истинных знаний о существующих связях действительности, получаемых в результате специфической общественной деятельности и превращаемых в непосредственную практическую силу общества (наукоёмкие технологии, научно-производственные объединения).

В русском языке термин «наука» не совпадает с термином знание, а в греческом и латинском – совпадает. В греческом языке гноисис – это знание с точки зрения его движения; а эпистема – это знание с точки зрения его структуры. В советское время был распространён термин гноисис и гносеология как теория познания. А сейчас очень модный термин эпистема или эпистемология – учение о структурах знания. Это характерно для современной технологической культуры, особенно если мы рассматриваем кибернетику, искусственный интеллект, то для них как раз актуально учение о структурах знания.

Научная рациональность подчёркивает особый язык, причинные модели объяснения явлений, строгую форму логического и фактического обоснования утверждений и концепций.

Научное знание – специфически организованная система объективного знания, которая отвечает определённым критериям (предметность, воспроизводимость, объективность, обоснованность, полезность) и является фундаментальной базой технологических инноваций. Научное знание не зависит от конкретного учёного, а существует как объективная истина. Научное знание обладает собственным концептуальным языком построения. Научный дискурс (язык описания явлений) представлен чётко определёнными понятиями, построен в соответствии с признанными принципами объяснения (канонами научной рациональности), абстрагирован от эмоциональных и субъективных оценок.

Критерии научного знания:

- 1) рациональность всех содержащихся в научном знании положений и выводов (в научном знании не может быть ничего не доступного человеческому пониманию);
- 2) объективность, общезначимость, безличность;
- 3) воспроизводимость и проверяемость;
- 4) логическая строгость, точность и однозначность, что обеспечивается фиксацией условий получения знания; установлением точных (в пределах интервала допустимой погрешности) количественных значений изучаемых параметров;
- 5) Логическая взаимосвязь различных элементов научного знания, в силу которой оно представляет собой не сумму разрозненных сведений, а логически упорядоченную систему

## (2) Философские основания науки

Философские основания науки – это некоторые позиции, которые относятся именно к познавательным процедурам. В системе науки большую интегрирующую роль играют только 2 принципа: единство мира (что именно изучает данная конкретная наука в общей единой системе) и принцип детерминизма (причинно-следственные связи; пример: в мире есть только атомы и пустота и всё, что мы наблюдаем – это движение атомов в пустоте). Причинно-следственная связь является ключевой связью в формировании закономерности.

Философские принципы в основании науки:

– онтологический принцип единства мира (как основание интеграции знания в научной картине мира);

– гносеологический принцип детерминизма (как основание познавательных стратегий науки в описании закономерности явлений, установка исследования на поиск причинно-следственной связи).

«Онтос» – бытие, «гносис» – знание, «логос» – учение.

Онтология – учение о бытии. Гносеология – учение о познании.

В механическом взгляде причины связаны чисто с механическими действиями сил. В статистике причина – это случайность. В теории самоорганизации роль причины играет случайная флюктуация. Причинно-следственная связь всегда должна быть, но по-разному её трактуют.

Философские основания науки включают две взаимосвязанные подсистемы категорий (предельно общих понятий):

– онтологические категории (используются для описания объективной и субъективной реальности): «пространство», «время», «материя», «состояние», «причинность», «необходимость», «случайность», «вещь», «свойство», «отношение», «сознание», «процесс».

– гносеологические категории (используются в познавательных процедурах): «истина», «метод», «знание», «описание», «объяснение», «доказательство», «теория», «факт».

Уровни реальности в философской онтологии:

– объективная реальность существует независимо от наблюдателя, регистрируемого явления, регистрирующего прибора, мышления;

– феноменологическая реальность – существование наблюдалемого или регистрируемого явления, причины которого могут быть скрытыми и неизвестными, а физический смысл не ясен.

Идеальный уровень реальности – существование мысленных конструкций как самодостаточных и самостоятельных объектов в виде абстракций.

Сейчас система науки настолько разнообразна, что может изучать не только конкретные вещи, ни ещё и эфемерные вещи (функции), которые исследуются отдельно. Основанием функциональных систем является не стабильная структура, а разнообразные структуры, которые соединяются в некий функциональный устойчивый цикл (например, круговорот живого вещества, круговорот воды). Сначала появились в биологии, теперь есть и в кибернетике.

### (3) Соотношение позитивного научного и философского знания

Философия оперирует очень общими категориями и не имеет прямого практического применения. На этом построена проблема демаркации (разделения научного и философского знания). Отрицание рациональной роли философии для науки.

В начале XIX века было заявлено, что наука и научное знание – это то, что может быть полезно человеку и которое приложимо. Сила знания проявляется таким образом, что позитивное знание считается ценным, полезным, приложимым, а философия – это метафизика, т. е. это рассуждения, которые не имеют смысла для науки и для человека (другими словами, её полезностью можно пренебречь).

Окончательно разорвать связь с философией учёным не удалось.

Формирование и трансформация философских оснований науки требует не только философской, но и специальной научной эрудиции исследователя.

В настоящее время этот особый слой исследовательской деятельности обозначается как философия и методология науки.

Обособление этой области связано с оформлением в XIX в. позитивизма, разграничившего область научного знания (практически полезного – позитивного) и область метафизических сущностей и понятий, противопоставив науку и философию.

Однако значение мировоззренческих оснований науки вновь вышло на первый план в постпозитивизме и аналитической философии в связи с проблемами научного реализма и обоснования новых концепций и теорий.

Отличительные черты научного знания:

1) Рациональность всех содержащихся в научном знании положений и выводов (в научном знании не может быть ничего не доступного человеческому пониманию)

2) Объективность, общезначимость, безличность

3) Воспроизводимость и проверяемость

4) Логическая строгость, точность и однозначность, что обеспечивается фиксацией условий получения знания; установлением точных (в пределах интервала допустимой погрешности) количественных значений изучаемых параметров

5) Логическая взаимосвязь различных элементов научного знания, в силу которой оно представляет собой не сумму разрозненных сведений, а логически упорядоченную систему. Взаимосвязь и единство существуют не только в рамках отдельных наук, но и между ними.

Указанные особенности научного знания придают ему большую достоверность. Оно является более надёжным, чем любое другое знание.

#### (4) Основные стадии эволюции науки как системы познавательной деятельности: преднаука и развитая наука; классическая, неклассическая, постнеклассическая наука.

В современной философии нет единого мнения в толковании научного знания.

Существуют две крайние точки зрения.

Согласно первой, термины «наука» и «знание» обозначают один социальный феномен.

Наука (лат. *scientia* — знание) — любое сохраняемое и передаваемое знание, которое возникает в глубокой предыстории вместе с культурой изготовления орудий труда и передачей опыта их использования.

Практическое, обыденное и теоретическое знание (концептуальное, обоснованное) в этом контексте не различаются.

Тогда начало науки можно отнести к периоду неолита (VII тыс. до н.э.), когда кардинально меняется образ жизни человека (кочевой — оседлый).

Неолитическая революция — меняется образ жизни (появляется деятельность, направленная на преобразование природы под необходимости выживания человека — переход от присваивающего хозяйства к производящей экономике). Основа неолитической революции — передача знания (примером или магическими ритуалами). Посвящение — имеешь право стать дважды рождённым. Платон был посвящён в геометры.

Пранаука традиционных культур (древняя математика и астрономия); протонаука, которая базируется на умозрительной практике доказательства (Античная наука; натурфилософия эпохи эллинизма; опытная наука позднего Средневековья); преднаука (эпоха Возрождения и Нового времени).

Другая точка зрения на проблему начала науки трактует научное познание как специально планируемую исследовательскую деятельность, которая имеет особые методы и язык описания. В этом случае начало науки имеет исток в эпоху Возрождения.

Классическая наука в современном понимании оформляется в XVII-XVIII вв. вместе с точным экспериментальным естествознанием, утверждающим особую практику научного обоснования, которая опирается на виды умозрительного (логического, математического) доказательства и экспериментальное (эмпирическое) подтверждение. В этом контексте предшествующее знание о природе и природных явлениях трактуется как донаучное.

Классический этап в развитии науки охватывает период с XVIII в. (когда утверждается система точного экспериментального естествознания на базе классической механики и натурфилософии Ньютона) до первой трети XX в. (когда формулируются законы квантовой механики и представления о статистическом законе и утверждается квантовая механика).

Неклассический период в развитии науки (30-50 гг. XX в.) характеризуется дополнительностью в описании причинных связей (динамические и статистические законы), проблемами исследования и описания микромира. Принцип неопределенности Гейзенberга, принцип вероятностного описания.

Постнеклассический период в развитии науки относят к концу XX в., когда фундаментальное значение в развитии научного знания получают междисциплинарные познавательные стратегии и принципы системности, эволюции, самоорганизации.

Переход к новому периоду в развитии науки в философии связывается с представлением о научной рациональности, содержанием которой выступает изменение стиля научного мышления (типа научной рациональности), базовых моделей описания и объяснения причинных связей (форм детерминизма), категориального и математического аппарата науки, универсальных принципов в научной картине мира.

## (5) Предпосылки философии науки в Античную эпоху и Новое время (умозрительные методы познания и классификации наук по Аристотелю, натурфилософские концепции о строении мира, истинный метод науки в эмпиризме и рационализме, Ф. Бэкон, Р. Декарт).

Античная наука строит умозрительное знание о мире на основании созерцания мира и методов сомнения и рассуждения (критическое мышление). Подчёркивает различие научного знания и мнения одного человека или группы.

Пифагорейская школа: в основании гармонии Космоса – число.

Элейская школа (Ксенофан) первоначалом мира полагает единство и незыблемость Бытия.

Платон и Аристотель – наследники Элейской школы. Аристотель полагает в основании мира форму как активное организующее материю начало. Аристотель вводит понятия Материя (в значении потенциальной возможности вещей) и Энергия (для обозначения актов перехода потенции в её реализацию, как характеристику изменения/движения к цели). В картине мироздания Аристотель выделил 4 причины (формальную, материальную, действующую и целевую). Физика, согласно Аристотелю, раскрывает действующую причину.

Наука о движении тел под действием внешней причины – физика.

Наука о скрытой сущности (причине) – метафизика.

Наука о методах получения знания – аналитика. Аристотель формулирует 3 закона логики: закон тождества, противоречия, исключённого третьего.

Наука об обществе – политика.

Наука о добродетели – этика.

Наука о душе – психология.

Натурфилософские картины мира тоже нельзя назвать научными, поскольку они содержат умозрительные, отвлечённые представления, а нередко также и религиозно-мифологические. Тем не менее, логическая упорядоченность, обоснованность, преобладающий рациональный характер приближают её к научной картине мира.

Натурфилософия Платона частично следует атомистическому учению и частично элементаризму.

Натурфилософия Христианского запада. Утверждение принципа двойственной истины, требующего признания прав «естественному разума» наряду с Христианской верой.

Натурфилософия и наука в Средние века.

Натурфилософия эпохи Возрождения. Отождествление Бога и Природы.

Натурфилософия И. Ньютона. Решает проблему физического обоснования гелиоцентрической системы Галилея-Кеплера.

Последовательно изложил и обосновал идеи эмпиризма выдающийся английский философ Френсис Бэкон. Он предложил реформу научного метода – обращение к опыту и обработка его методом индукции. Эмпиризм связывает источник истинного знания с чувственными ощущениями.

Позиция рационализма в методологии познания подчёркивает первенство разума над чувствами в познании, независимость разума от чувственных восприятий. Выдающийся представитель рационализма – Рене Декарт. Метод Декарта развёртывается как логическая дедукция и включает в себя 4 правила.

## (6) Позитивистские концепции в философии науки. Демаркация науки и философии (О. Конт, Г. Спенсер, Дж. Милль). Эмпириокритицизм о структуре опыта (Р. Авенариус, Э. Мах).

В первом позитивизме фиксируется проблема, которая получила название демаркации (разделения) науки и философии. Формулируется понятие позитивной науки, с которой связывается понятие рациональное знание.

Рациональное знание в духе позитивизма – это только то, что вырабатывает наука и которое приложимо в социальной жизни.

Универсальные (очень абстрактные) законы философии (которые далеки от социальной жизни) уходят в разряд метафизики.

О. Конт: принцип демаркации позитивной науки и метафизики.

Конт специализировался на классификации наук, а Милль занимался вопросами методологии науки. Он предложил методы естествознания перенести в область социологии. Его установка (объяснить историю общества исходя из природы человека) трактуется как психологизм. Милль поставил вопрос о необходимости разработки новых методов в исследовании общества.

Спенсер разработал «систему синтетической философии». Он свёл все законы науки к закону эволюции, имея в виду постепенный, плавный переход из «неопределенной бессвязной однородности в определённую и связанную разнородность». В теории познания Спенсер развивал концепцию трансформированного реализма, утверждая, что ощущения не похожи на предметы, однако каждому изменению предмета соответствует определённое изменение структуры ощущений и восприятий. Идеи Спенсера пользовались большой популярностью в конце XIX в. и оказали значительное влияние на второй и третий этапы развития позитивизма.

Второй позитивизм (эмпириокритицизм) в конечном счёте определяется неясностью самого опыта науки.

Первый позитивизм: что такое чистая/позитивная наука?

Второй позитивизм: что такое опыт? Исходное положение эмпириокритицизма: «существует только опыт». Цель научного познания – накопление опытных данных и наиболее экономное описание элементов опыта. Теории – косвенные описания многообразия наблюдений для удержания в памяти (здесь это просто способ упорядочивания данных, а не отражение универсальных связей). Эмпириокритицизм выступает против механистической картины мира, указывает на то, что она не достаточна. Пытается создать новую модель реальности, которая опирается не на материю, пространство, время, а на некоторые функциональные отношения между элементами мира.

Познание – особый аспект жизнедеятельности.

Авенариусу принадлежит идея принципиальной координации, которая подчёркивает, что опыт сам по себе, представляя некую изначальную реальность, тем не менее существует только в координации (слово координация заменяет слово ощущение). Другими словами, идея принципиальной координации подчёркивала, что опыт представляет собой изначальную реальность, в которой нет расщепления на субъект и объект. Иначе говоря, не существует объекта без субъекта и не существует субъекта без объекта. Мир дан нам только в «принципиальной координации» как опыт. «Второй позитивизм» сделал вывод о том, что наука не даёт подлинной картины реальности, а доставляет лишь «символы, знаки, отметки для практики». Таким образом, «второй позитивизм» пришёл к отрицанию объективной реальности, отражаемой нашим сознанием.

## (7) Неопозитивистская концепция науки: принципы верификации, конвенционализма, физикализма. Логический позитивизм о структуре опыта и языке науки.

Неопозитивизм – следующее развитие позитивистской традиции и оно тоже опирается на проблематичность самого опыта. В основе науки по-прежнему лежат эмпирические данные и ощущения.

Неопозитивизм выступает альтернативой эмпириокритицизму, потому что он акцентирует тот момент опыта, который связан со знанием. Опыт знания науки и языка науки. То есть в системе эмпирического опыта науки мы должны учитывать не только непосредственно эмпирические данные, которые получаем через ощущения (приборы и так далее), но и то знание, которое мы получаем. И это знание передаётся через язык.

Одно из новшеств, введённых неопозитивистами, - понятие «логическая конструкция». В учении о логических (теоретических) конструкциях проводится принципиальное отождествление объекта и теории объекта, хотя и признаётся разница между ощущениями и результатами их рациональной переработки.

Главная задача неопозитивизма в философии науки – это изучение языка науки и языковых моделей, которые отождествляются с моделями реальности.

Принцип верификации призван осуществить «демаркацию» (разграничение) между утверждениями, имеющими смысл для науки, и утверждениями, лишенными научного смысла.

Конвенционализм постулирует существование в науке произвольных соглашений, действующих в виде исходных (аксиоматических) положений логической структуры науки.

Физикализм – требование адекватного перевода предложений всех наук, содержащих описание предметов в терминах наблюдения, на предложения, состоящие исключительно из терминов, которые употребляются в физике. Распад физикализма привёл к обеднению неопозитивистской доктрины, чему также способствовало «ослабление» принципов верификации и конвенционализма.

Одна из главных проблем: проблема семантики, которая связана с языком как знаковой системой. То есть та система, которая как раз имеет отношение к наращиванию опытом знанию.

Всякий знак имеет два значения – предметное и смысловое.

Предметное значение – это объект, который представлен знаком (обозначен).

Смысловое значение – это характеристика объекта, представителем которого выступает знак.

Язык – знаковая символическая система, которая выступает наиболее эффективным средством коммуникации в человеческом сообществе.

Семантический треугольник присущ любому термину. Любое слово как термин имеет предметное значение и смысловой контекст. И этот контекст оказывается разным. Смысловой контекст может трактоваться по разным каналам.

Проблема понимания может возникнуть на каждом из трёх уровней действия знаковой системы: на синтаксическом (из-за незнания правил), на семантическом (омонимия, полисемия), на прагматическом (психический барьер в восприятии речи или знака).

## (8) Концепции постпозитивизма. Критический рационализм К. Поппера.

Поппер критикует два главных устоя логического позитивизма – принципов верификации и конвенционализма с точки зрения односторонности индуктивизма и психологизма в теории познания.

По Попперу проверка научной осмысленности и истинности научных теорий должна осуществляться не через их подтверждение, а преимущественно (или даже исключительно) лишь через их опровержение.

Неодинаковую роль подтверждающих и опровергающих фактов Поппер назвал познавательной «ассиметричностью». На этом основании Поппер требует заменить принцип верификации принципом фальсификации.

Собственно научных утверждений (и теорий) не существует; имеют место лишь гипотезы, которые никогда в статус истинных научных теорий перейти не смогут. Они используются лишь временно. Другими словами, любые относительные истины – лишь принятые на время заблуждения.

Следующее нововведение, которое Карл Поппер вводит в систему философии науки – это идея третьего мира знания. Он, строго говоря, рассматривает структуру реальности через 3 уровня (через 3 мира), взаимодействие которых определяет развитие науки. Первый мир – это мир физических сущностей. Второй мир – духовные состояния человека, включающее его сознательное и бессознательное. Третий мир – это мир «продуктов человеческого духа», который включает в себя средства познания, научные теории, научные проблемы, предания, объяснительные мифы, произведения искусства и т. п.

Важно, что этот мир знания существует отдельно и независимо от каждого индивидуального субъекта познания. И этот мир знания – то, с чем работает наука.

Объективированные идеи третьего мира живут благодаря их материализации в книгах, скульптурах, различных языках.

Поппер строит определённую эволюцию научного знания. В дальнейшем появляется термин эволюционная эпистемология (или эволюционная теория познания), где он предлагает модель смены научных теорий.

Если рассматривать модель развития научного знания Поппера (абстрактную, которая не связана на сознании человека, а связана только на росте научного знания, т. е. как растёт знание в третьем мире), то она представлена следующим образом (используется метод проб и ошибок): сначала есть некая исходная проблема, дальше её предположительное решение или «пробная теория», далее эту гипотезу подтверждают или опровергают экспериментальные результаты и затем формулируется новая проблема. Метод фальсификации Поппера работает в этом случае, когда проводится решающий эксперимент и отбрасываются гипотезы (или переформулируются в новую проблему).

Важно то, что Поппер подчёркивает, что в процессе выдвижения гипотез участвуют не только собственно научные представления, но и другие идеи, поскольку его исходная позиция – это взаимосвязь трёх миров (мира природы, мира сознания человека и мира знаний), то соответственно мировоззренческие идеи тоже участвуют в процессе выдвижения гипотез.

## (9) Концепция исследовательских программ И. Лакатоса.

Имре Лакатос выступает против метода фальсификации, поскольку этот метод не позволяет обосновать истинное знание и построить фундаментальные теории, поэтому его основная идея выражена в понятии исследовательская программа (как всё-таки развивается наука и что обеспечивает устойчивость научного знания?)

Исследовательская программа предполагает комплекс взаимодействующих и развивающихся теорий. Программа для развития теорий, которая имеет определённую структуру и включает:

ядро программы – фундаментальная проблема, идея, представление (сохраняется при появлении опровергающих положений);

предохранительный пояс (исследователи, реализующие программу, выдвигают гипотезы, защищающие это ядро);

негативную эвристику и позитивную эвристику.

Развитие науки – соперничество исследовательских программ, т. е. концептуальных систем, организованных вокруг некоторых фундаментальных проблем, идей, понятий и представлений, образующих концептуальное «твёрдое ядро» научно-исследовательской программы.

Исследовательская программа, которая перестаёт предсказывать факты, не справляется с появлением новых фактов, не может объяснить их, вырождается.

Гипотезы предохранительного пояса могут быть взяты чисто интуитивно, но формулируются именно для того, чтобы сохранить исходную позицию «ядра».

Пример: работы Уильяма Гарвина (XVII век) по теории кровообращения в человеческом теле. Защитная гипотеза теории кровообращения: есть тонкие сосуды (капилляры), которые соединяют два круга (артерии и вены).

Негативная и позитивная эвристики предполагают некие исследования или поиск таких факторов, которые либо опровергают, либо поддерживают «ядро».

Методология исследовательской программы: серии сменяющих друг друга теорий, объединённых определённой совокупностью базисных идей и принципов; «Логика открытия» – ряд правил (даже не особенно связанных друг с другом) для оценки готовых, хорошо сформулированных теорий, на основе которых можно сформулировать новые идеи и новые теории. Именно «логика открытия» связана с понятием эвристики.

Эвристическую логику открытия Лакатос формулирует против (или в альтернативу) метода проб и ошибок.

Основная методологическая задача эвристики – построение моделей процесса поиска нового для субъекта (или общества в целом) решения проблемы. Задача эвристики распространяется не только на действия людей (методологию научной деятельности), но и лежит в основании разработки машинных эвристических программ, которые построены на правдоподобных рассуждениях и развиваются в области интеллектуальных технологий.

Наиболее интенсивно задача поиска общей структуры и алгоритмов эвристического поиска разрабатывается в области проблем искусственного интеллекта, где сформированы модели слепого поиска, лабиринтная и структурно-семантическая модели эвристической деятельности.

## (10) Т. Кун об исторической динамике науки.

Следующая позиция в постпозитивизме получила название «историческая школа». Её основатель – Тома Кун, который написал всем известную работу «Структура научных революций».

Томас Кун знаменит тем, что он вводит в оборот конкретно-исторический субъект познания, который мы сейчас знаем под термином «научное сообщество». Это достаточно пионерское введение, поскольку до этого момента субъект познания ассоциировался с индивидом (одним человеком и его сознанием). А здесь получается, что субъект познания уже абстрактный субъект, называемый «научным сообществом». Из этого следует, что каждое «научное сообщество» принимает собственные стандарты рациональности.

Кун вводит понятия парадигмы и доктрины. Парадигма как то основание, которое даёт стандарт научной рациональности в том или ином научном сообществе. Не случайно Томас Кун относится к тому движению, которое критикует преемственность научного знания (согласно Куну история науки предстаёт как совокупность разобщённых и не понимающих друг друга научных сообществ).

Ещё одна характеристика рациональности в концепции Куна связана с понятием нормальная наука, то есть отличительным признаком науки в данном случае является не сама по себе какая-то рациональность, а некие признаки или совокупность признаков, которыми характеризуется нормальная наука.

Нормальная наука последовательно развивает интерпретации и методы исследования мира из какой-то одной признанной парадигмы.

Когда начинаем рассуждать о научном знании, то если мы берём систему Куна, то у него всё привязано к нормальной науке, которая фиксирует через парадигму некие знания в научном сообществе. А всё остальное попадает во вненаучную рациональность.

Проводится граница между наукой и здравым смыслом (или обыденным знанием; повседневным рациональным действием).

Переход от одной парадигмы к другой невозможен как последовательная плавная смена и наращивание знания. А переход осуществляется через скачок (или как гештальтпереключение). Поэтому периоды нормальной науки сменяются научными революциями, то есть процесс развития научного знания дискретный.

Возникает проблема: как же всё-таки формируется новая парадигма? На каком основании? Этот вопрос остаётся открытым. Хотя Томас Кун пишет, что в этой смене (переходе) участвуют не только чисто внутринаучные факторы, но и вненаучные (философские, эстетические, религиозные и вообще любые).

Характерную особенность философии Кун усматривает в том, что в ней никогда не существовало единой общепризнанной концепции – парадигмы. Каждый крупный философ создаёт свою собственную философскую систему, и философия в целом всегда представляет собой поле битвы различных точек зрения.

В науке же плюрализм теорий и их взаимная критика чрезвычайно редки, обычное состояние науки характеризуется объединением всех исследований в рамках одной господствующей концепции.

Учёные ведут себя подобно философам только тогда, когда должны выбирать между конкурирующими теориями.

В периоды кризисов наука перестаёт быть наукой и уподобляется философии.

## (11) Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда.

На почве момента перехода в развитии научного знания (как развивается научное знание, если есть совершенно разные несовместимые парадигмы) развивает свою идею американский философ Пол Фейерабенд. Его позиция получила название методологический анархизм (или эпистемологический анархизм).

Фейерабенд показывает, что если рациональность состоит в следовании определённым правилам рационального действия, то в реальной науке рациональность, то есть соблюдение определённых правил, смешана с иррациональностью, то есть с их нарушением. В противном случае наука вообще не смогла бы развиваться. Фейерабенд выдвинул методологический принцип пролиферации (размножения) теорий: учёные должны стремиться создавать теории, несовместимые с существующими и признанными теориями, что способствует их взаимной критике и ускоряет развитие науки.

Принцип пролиферации призван обосновать плюрализм в методологии научного познания. Фейерабенд приходит к тезису о несоизмеримости конкурирующих и сменяющих друг друга альтернативных теорий. Их нельзя сравнивать как в отношении к общему эмпирическому базису, так и с точки зрения общих логико-методологических стандартов и норм, так как каждая теория устанавливает свои собственные нормы.

В такой интерпретации наука ничем не отличается от любой другой формы духовного общения людей, теряет какие-либо определённые очертания, растворяется в духовной культуре общества и её истории.

Фейерабенд пытается противопоставить концепцию исторического релятивизма обычной концепции научной рациональности. То есть у Фейерабенда нет концепции научной рациональности, а есть концепция исторического релятивизма, по которой стандарты рациональности меняются от эпохи к эпохе, от учёного к учёному, от одной научной школы к другой научной школе. В этом отношении «методологический анархизм» Фейерабенда смыкается с концепцией науки Куна, где научная революция отождествляется с «религиозным переворотом» в воззрениях учёных, в ходе которого меняются не только теории, но и критерии их оценки. Представители критического рационализма единодушно квалифицируют взгляды Фейерабенда и Куна как откровенный иррационализм, получая в ответ обвинение в скрытом иррационализме.

В основе исторического релятивизма Фейерабенда лежит характерное для позитивизма отрицание объективной истины в научном знании.

Фактически Фейерабенд очень ярко представляет ту модель развития научного знания, которая получила название антикумулятивная модель.

## (12) Социология науки в постпозитивизме. Проблема интернализма и экстернализма в понимании механизмов развития науки.

Социология науки изучает динамику науки в её взаимоотношении с обществом.

Ключевой вопрос социологии науки – почему развивается наука? В решении проблемы движущих факторов развития науки сложились альтернативные концепции интернализма и экстернализма.

Согласно интернализму, развитие науки имеет внутреннюю детерминацию, то есть обусловлено внутренне присущими научному познанию закономерностями.

Согласно экстернализму, развитие науки имеет внешнюю детерминацию, то есть обусловлено действием внешних социально-исторических факторов.

Интерналисты подчёркивают, что идеи возникают только из идей. Существует логическая последовательность, в которой они рождаются. Нарушить эту последовательность внешние воздействия не в состоянии. Интернализм не отрицает того, что общественные условия влияют на ход развития науки, но полагает это влияние несущественным, неопределяющим.

Экстерналисты, наоборот, настаивают на том, что нельзя понять причины развития науки, абстрагируясь от социальных условий, в которых она развивается.

Интерналисты склонны поддерживать кумулятивистское понимание роста научного знания, а к экстернализму тяготеют сторонники антикумулятивных взглядов.

Интерналисты недооценивают роль социального заказа, предъявляемого обществом к науке. Интерналистский взгляд на науку не даёт возможности понять, почему рост научных знаний исторически неравномерен, почему он бурно идёт в одних странах, тогда как другие в то же время никакими научными достижениями не блещут. Ответ на подобные вопросы интерналисты дать не могут, так как причины здесь надо искать не внутри науки, а в социальных условиях её существования.

Экстернализм односторонне и упрощённо трактует зависимость достижений науки от внетактических факторов. Экстерналисты не учитывают того, что достижения науки сами влияют на формирование социальных потребностей. Экстерналисты игнорируют логику развития научных идей и свободу научного творчества учёного, который сам выбирает круг решаемых им задач. И социальные потребности не могут заставить науку сделать то, что она не способна сделать.

В слабом интернализме по Попперу источники развития научного знания связываются с динамикой постановки и развития проблем.

В слабом интернализме по Лакатосу источники развития научного знания связываются с развитием ядра исследовательских программ.

В слабом интернализме по Тулмину источники развития научного знания связываются с развитием концептуальных структур.

Дilemma экстернализма – интернализм представляется неразрешимой только тогда, когда позиции того и другого абсолютизируются. Наиболее плодотворной представляется идея диалектического единства внутренней и внешней детерминации развития науки, когда движущие силы развития науки находятся в отношении дополнительности.

### (13) Динамика науки как процесс порождения нового знания. Формы развития научного знания: проблема и гипотеза.

Специфика творчества в науке определяется взаимосвязью трёх компонентов:

- 1) проблемы (задачи);
- 2) эвристических методов;
- 3) интеллекта и психологических особенностей человека.

Научное творчество – это всегда интенсивная интеллектуальная работа.

**Проблема.** Проблемная познавательная ситуация характеризуется скрытым вопросом. Проблема выражается неразрешимым противоречием – антиномией.

В общем смысле под проблемой понимается отражаемая системой вопросов и высказываний ситуация, для которой характерно наличие цели и отсутствие знания о путях её достижения.

Проблема – нечёткая смысловая структура, имеющая некую информационную «среду обитания», контекст. Упорядоченный контекст в виде связной системы понятий и представлений образует фрейм проблемы – семантическое пространство, в котором осуществляется поиск путей её решения. Проблема – это достаточно фундаментальная в практическом и теоретическом отношении познавательная ситуация, способы решения которой неизвестны или известны не полностью.

Различают неразвитую и развитую проблемы.

Неразвитая проблема – это нестандартная задача, не имеющая алгоритма решения, которая возникла на базе определённого знания и направлена на устранение противоречия между смысловой и фактической стороной познавательной ситуации.

Развитая проблема – это «знание о некотором незнании», дополненное указанием путей устранения очерченного круга незнания. Другими словами, это некоторая ограниченная область поиска, в которой просматривается возможный результат и хотя бы общая стратегия исследования.

Формулировка проблемы – сложная интеллектуальная операция, которая включает в себя, как правило, три части: 1) систему исходных утверждений или описание фактических данных; 2) постановку вопроса – что нужно найти; 3) методологический принцип – систему указаний на возможные пути решения, другими словами, стратегию поиска или эвристику. Для неразвитой проблемы невозможно или трудно выполнить третий пункт.

**Гипотеза.** Познавательная ситуация характеризуется ориентацией на ответ. Гипотеза выражается вероятным знанием – идеей, моделью, версией, разрешением проблемной ситуации.

Гипотеза должна удовлетворять ряду требований, соблюдение которых хотя и не обеспечивает их истинность, но даёт им право на существование в науке. Важнейшие требования: логическая непротиворечивость; принципиальная проверяемость; фальсифицируемость; предсказательная сила; максимальная простота; преемственность.

**(14) Эмпирический уровень научного познания. Формы организации знания на эмпирическом уровне. Эмпирические методы.**

Эмпирическое знание добывается в опыте, в непосредственном или опосредованном (через приборы) контакте исследователя с существующими вне его сознания объектами. Познание на эмпирическом уровне идёт от конкретного реального объекта к абстрактному, затем от него – к конкретному множеству реальных объектов.

Главной задачей в эмпирическом познании является получение научных фактов. Основными эмпирическими методами являются наблюдение и эксперимент.

Научное наблюдение – это целенаправленное и специально организованное восприятие явлений. Главное требование к научному наблюдению – объективность, точность даваемых им сведений. Наблюдение должно проводиться так, чтобы вмешательство наблюдателя не исказило картину изучаемых явлений.

Эксперимент – это управляемое и контролируемое воздействие на изучаемый объект в целях получения информации о нём.

Итогом наблюдений и экспериментов должно быть установление научных фактов. Чтобы свести к минимуму влияние случайностей и возможные ошибки, наблюдения и эксперименты многократно повторяются и их результаты подвергаются математической (статистической) обработке. Только после этого они становятся достоверными научными фактами.

В теории познания фактом называется эмпирическое высказывание, суждение о событии. Факт – это не само событие, а утверждение о событии, описание события. Множество событий шире множества фактов. Событие становится фактом, если оно вошло в сферу человеческого познания.

Накапливая факты и подвергая их систематизации, классификации, обобщению, ученые находят зависимости между ними – эмпирические законы или закономерности. Совокупность эмпирических законов, относящихся к некоторой области явлений, иногда называют феноменологической теорией этих явлений. Однако такая теория не выходит за рамки эмпирического описания явлений и не объясняет их сущности. Например, эмпирические законы теплового расширения не объясняют ни механизма этого явления, ни линейного характера зависимости объема от температуры.

Объяснение найденных эмпирических фактов и закономерностей требует перехода на более высокий, теоретический уровень научного познания.

## (15) Теоретический уровень научного познания. Формы организации знания на теоретическом уровне. Теоретические методы.

Теоретик работает не с самими объектами, а с их мысленными образами. Материальные орудия деятельности теоретика: карандаш, бумага, компьютер. Затраты на развитие теоретических исследований на два порядка ниже, чем на развитие эмпирических.

Признаком теоретического познания является создание идеальных объектов, раскрывающих сущность эмпирически наблюдаемых явлений.

Теория – это логически упорядоченная система знаний о каких-либо явлениях, в которой строятся их мысленные модели и формулируются законы, объясняющие и предсказывающие наблюдаемые факты и закономерности.

Важную роль играют разнообразные мысленные эксперименты – умозрительное исследование теоретической модели, её «поведения» в различных мысленно представляемых условиях. Изучение теоретических моделей в мысленных экспериментах позволяет сформулировать понятия и принципы, которые отражают свойства этих моделей.

Из основных принципов теории должны быть логически выведены возможные следствия и развёрнута система понятий, что и образует содержание теории.

Мысленные модели выступают как промежуточное звено между теорией и действительностью. Теоретическая модель всегда основывается на упрощении, схематизации, идеализации реальности, поэтому и теория всегда отражает реальность лишь в упрощённом, схематизированном и идеализированном виде. Теоретические законы описывают свойства идеальных объектов. Чтобы применить теоретические законы к реальным объектам, необходимо построить для них соответствующие теоретические модели.

Аксиоматическое представление придаёт теории логическую стройность, строгость, чёткость.

Формализация – метод изложения теории особым языком со строго фиксированным синтаксисом. Язык вводится набором исходных символов, а также правил образования из них языковых выражений (формул) и правил операций – перехода от одних формул к другим. Теория, изложенная в формализованном языке, превращается в формализованную систему.

Аксиоматический метод находит применение не только в математике, но и в естественных науках (механика, термодинамика и др.), но возможности его применения в естествознании ограничены, так как содержание естественнонаучных теорий должно обосновываться и корректироваться опытом, а данные опыта могут не укладываться в рамки принятой заранее аксиоматики.

## (16) Методология обоснования. Научная форма обоснования. Законы логики и принципы аргументации.

Логическое обоснование гипотез в зависимости от характера исходных положений можно разделить:

– на рассуждения, которые опираются на гипотезы или эмпирические обобщения, истинность которых ещё надо установить;

– на рассуждения, которые опираются на посылки заведомо ложные или ложность которых может быть установлена. В этом случае выведение следствия, противоречащего хорошо известным фактам или истинным утверждениям, позволяет скорректировать исходные позиции исследования. Сведение к абсурду – наиболее распространённый способ опровержения, который дополняется проверкой следствий опытным путём.

Законы логики представляют собой общие нормы рассуждения, регулирующие процессы речевого общения на уровне трансляции смысла (мыслекоммуникации).

Общие принципы логики, сформулированные ещё в Античные времена, направляют интеллектуальную деятельность человека посредством интерсубъективных критериев, выступающих ориентирами внутреннего (личностного) осмыслиения языковых выражений. Нарушение законов логики, которое квалифицируется как логическая ошибка и парадокс, демонстрирует, прежде всего, ситуацию скрытого или явного непонимания.

Закон тождества: в процессе доказательной аргументации нельзя подменять данную мысль другой. Каждая мысль должна быть тождественна самой себе. Нарушение закона тождества ведёт к ошибке, которая называется подменой понятия или тезиса. Неявная подмена понятия совершается в шутках, обыгравших многозначность словесных выражений.

Закон противоречия: об одном и том же, в одно и то же время, в одном и том же отношении нельзя утверждать и отрицать.

Закон исключённого третьего: если одна мысль представляет собой простое отрицание другой мысли, то они не могут быть вместе ни истинными, ни ложными.

Закон достаточного основания: мысль может быть признана истинной лишь в том случае, если она достаточно обоснована. В вопросительных и оценочных ситуациях закон достаточного основания играет роль смысловой границы, ориентирует на контроль истинности высказываемых утверждений и формулирование более точного ответа, отсекают нехарактерные оценки.

Гипотетико-дедуктивный метод в логической проверке предположений позволяет выбрать одну из конкурирующих гипотез посредством опровержения другой.

**(17) Методология развития научного знания. Требования к постановке проблем и обоснованию гипотез.**

Проблемы возникают в любых сферах деятельности человека. В области науки, где спецификой является решение познавательных проблем, существует традиционная практика обоснования проблемы, которая представлена требованиями к формулировке и постановке проблемы:

– наличие обоснованного вывода о том, что избранная проблема не решена в мировой науке или предлагаемые решения неудовлетворительны (неполны, не аргументированы, содержат ошибки, имеют частный характер и т. д.);

– анализ предшествующего опыта исследования по выявленной проблеме, чтобы избежать дублирования. В технике необходим анализ патентного фонда. Это требование предполагает: а) знание явлений, процессов, законов развития данной предметной области; б) знание истории вопроса: возможные подходы, методы исследования, неудачные попытки решения;

– обоснование актуальности проблемы для общества в дополнении к личной убеждённости, что её необходимо решать. Это требование подчёркивает вопрос о реальности проблемы: насколько она назрела и возможно ли её разрешение в обозримом будущем;

– выявление основного противоречия проблемной ситуации;

– формулирование целей и задач исследования (что составляет стратегию конкретного исследования).

Общие критерии обоснованности гипотезы:

– гипотеза должна быть чётко сформулирована на принятом языке, в определённых терминах и иметь правдоподобный смысл;

– содержание гипотезы должно быть связано с предшествующим знанием или хотя бы ему не противоречить в случае полной оригинальности;

– гипотеза должна быть эмпирически проверяема

Обоснованность гипотезы – необходимое условие её приемлемости в качестве имеющего смысл научного утверждения. Отсутствие обоснования дискредитирует гипотезу настолько, что она не может быть предметом дальнейшего обсуждения в научном сообществе.

**(18) Модели научного объяснения. (+ Объяснение, понимание, интерпретация как основание трансляции опыта науки, популяризации и развитии научного знания)**

В современной системе знания выделяют линейную, статистически-вероятностную и нелинейную модели научного объяснения, которые отличаясь формой детерминизма и приоритетного закона соотносятся с тремя историческими типами научной рациональности и стилем мышления (классический, неклассический, постнеклассический).

Научная рациональность – комплекс процедур и стилей мышления, который характеризует ту или иную эпоху в развитии науки. Каждую историческую эпоху горизонт знания всегда ограничен. Ньюton не смог бы сформулировать теорию Эйнштейна.

Линейная модель – механистический детерминизм (однозначная связь причины и следствия) – аналитическая геометрия, дифференциально-интегральное исчисление – классическая механика, классические теории в физике.

Статистически-вероятностная модель – статистический детерминизм (нежёсткая связь причины и следствия) – теория вероятностей – статистическая физика, теория относительности, квантовая механика.

Нелинейная модель – вероятностный детерминизм, относительность жёсткого и нежёсткого механизмов причинения – теория катастроф, теория автоколебаний – неравновесная термодинамика, теория самоорганизации.

В функции философии науки также входит коммуникативная функция, которая заключается в продвижении новых научных идей, распространении и популяризации построений науки в широких интеллектуальных культурных слоях.

Объяснение – это совокупность утверждений, составленная для описания набора фактов таким образом, чтобы стали понятными их причины, контекст и последствия.

Понимание – это способность постичь смысл и значение чего-либо и достигнутый благодаря этому результат. Для понимания характерно ощущение ясной внутренней связности, организованности рассматриваемых явлений.

Интерпретация – работа мышления, состоящая в раскрытии уровней значения и расшифровке смысла какого-либо явления, события или текста, процесс разъяснения и толкования их.

## (19) Исторические типы научной рациональности и научные революции

Под научной рациональностью в философии науки понимают стиль познавательной деятельности, который складывается в XVII–XVIII вв. на базе точного экспериментального естествознания и который характеризуется математическим языком описания и формой обоснования знания, сочетающей логическое доказательство и фактическую (экспериментальную) проверку.

Научная рациональность – комплекс процедур и стилей мышления, который характеризует ту или иную эпоху в развитии науки.

Каждую историческую эпоху горизонт знания всегда ограничен.

Ньютон не смог бы сформулировать теорию Эйнштейна.

Исторический тип научной рациональности определяется базовой моделью объяснения причинно-следственных связей (формой детерминизма), базовой теорией и стилем мышления, типом исследуемых объектов, математическим инструментарием.

Типы научной рациональности: классический (механизм; линейная модель), неклассический (релятивизм; статистическая модель и вероятность), постнеклассический (холизм; нелинейная модель).

Глобальные научные революции, изменившие тип научной рациональности, а также философские основания науки, происходили 4 раза.

Первая научная революция XVII в. привела к становлению экспериментальных и математических методов классической науки.

Вторая научная революция конца XVIII – первой половины XIX в. характеризуется оформлением теоретических оснований классических дисциплин: физики, химии, биологии.

В конце XIX в. механическая картина мира берётся под сомнение, прежде всего в физике.

Третья научная революция охватывает период с конца XIX до середины XX столетия. В этот период существенно изменяются представления о физической реальности, пространстве, времени, материи. Формируется электродинамическая картина мира в рамках классического типа научной рациональности. Выдвигается квантово-механическое объяснение явлений микромира. Утверждается приоритет статистического закона в описании материальных явлений. Это подтверждается открытием специфики законов микро-, макро-, мегамира в физике и космологии, исследованием механизмов наследственности. Утверждаются принципы релятивизма и дополнительности в причинных моделях объяснения явлений, характеризующих неклассический тип научной рациональности.

Четвёртая научная революция началась во второй половине XX в. Новый этап в развитии науки соотносят с пост-неклассическим типом научной рациональности. На первый план выдвигаются междисциплинарные методы познания и проблемно-ориентированные формы исследовательской деятельности. Реализация комплексных программ порождает необходимость в единой системе теоретических и экспериментальных исследований, прикладных и фундаментальных знаний, интенсификации прямых и обратных связей между ними. Формируется общенаучный концептуальный аппарат на базе теории систем, функционального и информационного подхода в объяснении сложных явлений. В качестве приоритетного принципа исследования объектов выдвигается принцип системности и самоорганизации.

**(20) Особенности современного этапа развития науки. Междисциплинарные взаимодействия, общенаучные понятия, системная методология.**

Объектами современных междисциплинарных исследований всё чаще становятся уникальные системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием. Такого типа объекты начинают определять характер предметных областей основных фундаментальных наук, детерминируя облик современной, постнеклассической науки.

Главная характеристика постнеклассической науки – отказ от универсальности физических понятий и физической картины мира. Попытки объяснить явления микро- и мега мира ввели в круг фундаментальных проблем строго говоря нефизические понятия, фиксирующие не характерные для классической и неклассической физики принципы целостности и эволюции.

Стимулом становления междисциплинарной области в системе научного знания было появление новых наук о сложных системах, предметом которых стали процессы управления и организации, рассматриваемые в абстракции от физической природы самих систем. На этой почве оформился новый общенаучный понятийный аппарат. Исторически первую роль в этом движении концептуальной интеграции естественных и социальных наук сыграла кибернетика. Кибернетический способ исследования сложных систем и явлений получил название функционального подхода. Общие законы, сформулированные в кибернетике, относятся к надёжности управления действиями сложных систем:

1) закон разнообразия: эффективное управление системой возможно только в том случае, если разнообразие управляющей системы выше разнообразия управляемой;

2) закон сложности: чем выше сложность системы, тем менее она управляема. Поэтому существует порог сложности системы, за которым тотальный контроль поведения системы становится невозможным из-за нарастания системных эффектов.

Концептуальной базой кибернетики выступает теория систем, в которой разрабатываются принципы системного анализа явлений, объектов и событий на основе представления об абстрактной системе (простой или сложной). Людвиг фон Берталанфи выдвинул идею разработки общей теории систем. Его теоретическая программа включала:

1) выявление общих признаков и законов поведения систем независимо от их происхождения, природы составляющих элементов и отношений между ними;

2) выявление и формулирование объективных законов для биологических и социальных явлений;

3) синтез современного знания на основе сходства законов, описывающих разные сферы жизни природы, человека и общества.

Главная трудность в создании общей теории систем – различие общетеоретического и конкретного знания. Стремление к универсальности в описании систем приводило к абстрактности, более характерной для философии, чем для естествознания. Но благодаря заявленной программе возникли новая познавательная стратегия в естествознании, получившая название системного подхода, новые междисциплинарные (общенаучные) методы исследования, новый системный стиль мышления.

В конце века системный подход применяется практически во всех науках (естественных и социогуманитарных), становится общенаучной методологией.

Применение понятий системного подхода к анализу прикладных проблем в самых разных сферах привело к выделению системного анализа в отдельную концептуальную и предметную область. Теоретическую основу системного анализа составили: кибернетика, теория информации, теория игр и принятия решений, анализ систем голосования.

**(21) Предпосылки формирования экофилософии (учение о биосфере и ноосфере В.И.Вернадского, русский космизм, Римский клуб о глобальных кризисах)**

Ещё одна область, которая получила развитие в философии науки, получила название экофилософии. У неё, конечно, есть более глубокие философские научные корни (философские учения русского космизма). Это работы Вернадского и Циолковского.

В становлении экофилософии решающее значение сыграло учение В.И.Вернадского (1863-1945) о биосфере, в котором ключевое положение занимает трактовка живого вещества как единой системы всех растительных и животных организмов планеты, естественного компонента земной коры, наряду с минералами и горными породами.

Согласно системному биокосмическому принципу Вернадского необходимо рассматривать живую природу Земли как целостную систему, взаимодействующую с вещественно-энергетическими процессами, протекающими в земных, околоземных и отдалённых пространствах Космоса.

Такое обобщение вводит новые функциональные системы в виде обменных циклов (биогеоценозов), позволяет рассматривать биосферное единство в его внутренних и внешних взаимосвязях:

– изменение системных макроусловий оказывается эволюционным фактором, меняющим потенциальную норму жизни системы, что вызывает её кардинальную перестройку;

– новая структура и её новые свойства вроде бы не имеют видимых оснований. Такой характер возникновения специфических для новой целостности свойств получил название эмерджентной эволюции (наглядный пример – принцип действия калейдоскопа). В этом же ключе развиваются представления о системной детерминации в современной биологии.

– Жизненное пространство, образующее макроуровень жизни органической системы, очерчено единством системных условий, которые с точки зрения элементов самой системы (микроуровня) воспринимаются как априорные ограничения

Биогеоценозы позволяют исследовать взаимосвязь не только человека и природы, но прежде всего взаимосвязь климатических зон экосистем в едином пространстве биосферы, которая живёт как некое единое жизненное пространство.

**(22) Принципы синергетики (теории самоорганизации) и универсальный эволюционизм в формировании современной научной картины мира.**

Принципы синергетики:

- признание универсальности согласованных процессов в природе;
- признание универсального характера адаптации как закономерного поведения сложной системы любой природы;
- признание закономерности критического состояния в эволюции сложной системы любой природы (эволюция системы анализируется в терминах порядка и хаоса);
- утверждается относительность простоты и сложности системы (всякую систему одновременно можно рассмотреть на макроуровне как целостность, описываемую немногими параметрами порядка, и на микроуровне как сложное взаимодействие множества элементов);
- общая картина эволюционного процесса предстаёт как смена условных состояний порядка и хаоса, которые соединены фазами перехода к хаосу (гибель структуры) и выхода из хаоса (самоорганизация);
- вероятностный детерминизм как основание прогноза состояний сложных систем.

Универсальный эволюционизм в построении научной картины мира опирается на междисциплинарные принципы системности, самоорганизации, эволюции.

Элементарный объект в синергетике – колеблющийся элемент (или циклический процесс) – осциллятор.

Картина эволюции системы представляется графически – как непрерывное изменение координаты и скорости.

Точка, изображающая состояние системы, движется по фазовой траектории, которая для линейного осциллятора представляет собой эллипс.

В случае затухания колебаний фазовые траектории при любых начальных условиях заканчиваются в точке, которая соответствует состоянию покоя в положении равновесия.

Эта особая точка в фазовом пространстве как бы притягивает к себе со временем все фазовые траектории, поэтому получила название аттрактора.

Другой вид аттракторов ( помимо особой точки) представлен предельными циклами, которые указывают на некоторый установившийся ритмический режим, например, биение сердца.

Аттрактор выступает обобщением понятия равновесия в эволюции системы.

## (23) Отношение общества к науке. Сциентизм и антисциентизм

Эпоха Просвещения в истории европейской культуры выдвинула идею прогресса, отождествив науку с разумом, а прогресс науки как коллективного разума – с общественным прогрессом. С тех пор наука выступала в качестве неоспоримой культурной ценности, которая играла ключевую роль критерия социального прогресса.

Во второй половине XX в. отношение общества к науке становится неоднозначным в связи с глобальными проблемами экологического плана. Складываются две альтернативные позиции: сциентизм и антисциентизм.

Сциентизм трактует науку как величайшую ценность. Сторонники этого взгляда убеждены в необходимости и благотворности научного подхода к решению всех проблем жизни людей. В противоположность им антисциентисты говорят об антигуманности науки и необходимости ограничить её развитие, дают негативную оценку достижениям науки, акцентируют их разрушительные последствия.

Сциентизм настаивает на том, что только дальнейшее развитие науки может спасти человечество от бед, порождённых научно-техническим прогрессом. В антисциентизме выражается разочарование как в научно-техническом прогрессе, так и в науке.

Современная наука пугает многих своей заинтересованностью милитаристскими проектами и недоступностью (для тех, кому не хватает знания и таланта). Распространяются слухи об ужасных открытиях и изобретениях, которые грозят человечеству поголовным зомбированием, гибелю генофонда, рабством под властью машинного интеллекта, созданными в научных лабораториях вирусами. В то же время в глазах общества наука продолжает оставаться важнейшей силой, с помощью которой решаются разнообразные социальные задачи. Более того, в современной практике научёмкие технологии задают темпы экономического развития, становятся критерием государственной образовательной и технической политики.

**(24) Этапы развития науки как социального института.**

Предпосылки становления науки как социального института в конце XVIII в.

1) Увеличение объёма и разнообразия научных знаний в конце XVIII – первой половине XIX в. Складывалась ситуация, при которой учёному все труднее было овладевать накопленной научной информацией, необходимой для успешных исследований.

2) Специализация знания. Нарастающая специализация способствовала оформлению предметных областей науки, приводила к дифференциации наук, каждая из которых не претендовала на исследование мира в целом и построение некой общей картины мира, а стремилась вычленить свой предмет исследования, отражающий аспект реальности.

3) Появление нового типа субъекта научной деятельности – коллективного.

Развитие средств трансляции научного знания вызвало к жизни становление форм научной коммуникации и социальных институтов науки.

1) В науке XVII столетия главной формой закрепления и трансляции знаний была книга (манускрипт, фолиант), в которой должны были излагаться основополагающие принципы и начала «природы вещей».

2) Переписка между учёными

3) В XVIII в. – особый тип сообщества – «Республика учёных» объединяло исследователей Европы. Переписка выступала не только как форма трансляции знания, но и служила основанием выработки новых средств исследования (в частности, мысленный эксперимент).

4) Во второй половине XVIII столетия в различных странах образуются сообщества исследователей-специалистов, часто поддерживаемые общественным мнением и государством (например, сообщество немецких химиков). Коммуникации осуществляются на национальном языке.

5) Новое средство научной коммуникации – статья в научном журнале. Адресована анонимному читателю и требует более тщательного выбора аргументов для обоснования выдвигаемых положений.

6) Организация и выпуск периодических научных журналов.

Становление социальных институтов науки.

1) В XVII в. возникают академические учреждения.

2) Исследователи из разных областей знаний объединяются в научные сообщества.

3) Новый тип профессиональной деятельности – университетский профессор, и система подготовки научных кадров.

4) Целенаправленная подготовка научных кадров – повсеместно создаются и развиваются научные и учебные учреждения, в том числе университеты.

5) Складывается система дисциплинарно-организованного обучения.

6) Систематизация знаний в процессе преподавания выступила как один из факторов формирования конкретных научных дисциплин.

7) Специальная подготовка научных кадров оформляла особую профессию научного работника.

8) В XX в. возникает Большая наука. Резко возрастает число занятых в науке профессиональных исследователей. Усиливается специализация научной деятельности.

9) В Большой науке возникает разнообразие типов научных сообществ. Возникают

«незримые колледжи», в которых исследователи по интересам поддерживают неформальные контакты.

10) Наука стала производительной силой общества. Наука – область специального финансирования.

**(25) Место и роль науки в культуре техногенной цивилизации. Проблема ценности научно-технического прогресса.**

В рамках биотехнологии и генной инженерии особенно остро стала осознаваться необходимость развития научной и инженерной этики, непосредственно включённых в канву естественно-научного и инженерного исследования. Экологические технологии выясвили внешние границы научно-технического развития для человечества в рамках биосфера, стимулировав выработку новой философии устойчивого развития.

Ценность научно-технического прогресса, критерии научно-технического прогресса и этические проблемы возникают вследствие экологических глобальных кризисов, которые фиксируются во второй половине XX века и рождают идею прогнозирования или хотя бы примерного представления о будущем цивилизации (сохранение или уничтожение).

Цель научной организации и управления научно-техническим прогрессом заключается в поддержании стабильного равновесия общества и человека с природой, более осторожной, продуманной и осмотрительной деятельности, органического встраивания технического прогресса в культурные традиции человечества и естественное жизненное пространство.

Новые критерии научно-технического прогресса в рамках концепции устойчивого развития:

- 1) Равновесие общества и природы, мира природного и мира искусственного.
- 2) Защита окружающей среды (биосферы) от антропогенных воздействий.
- 3) Диалог «человека и природы», в котором природа, окружающая человека среда, – самоценный компонент, обладающий правом голоса, а в ситуации экологического кризиса часто даже правом первого голоса.
- 4) Принцип коэволюции в биосферном единстве.
- 5) Социальная ответственность конкретных лиц, принимающих решения о проектах, могущих принести вред человеку и человечеству.

Понятия устойчивого развития, глобализации научно-технического прогресса приобретают социально-политическое значение, которое меняется в зависимости от страны, региона, социальной группы, политического режима.

Устойчивое развитие осуществимо лишь в результате формирования новой системы ценностей. Необходима переориентация не только технического мышления, но и вообще общественного сознания и самосознания каждого индивида на совершенно новое представление о научно-техническом прогрессе, критериями которого выступают устойчивое развитие и социальная ответственность. Это означает параллельное институциональное развитие, оценку последствий новой техники и технологий, социально-экономическую экспертизу научных, технических и хозяйственных проектов.

## Кандидатский экзамен

В кандидатском экзамене первым вопросом будет один из вопросов февральского зачёта по [ОБЩИМ ПРОБЛЕМАМ ФИЛОСОФИИ НАУКИ](#).

Далее вопрос по [ФИЛОСОФСКИМ ПРОБЛЕМАМ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ](#).

Далее вопрос по специальному [РАЗДЕЛУ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И МАТЕМАТИКИ](#)

Таким образом, в билете будет три вопроса.

# Философские проблемы естествознания. Общие

## (1) Предмет философии естествознания.

К XX веку чётко оформляются три сферы научного познания, которые отличаются целью, структурой и объектом исследования. Прежде всего объектом. Знание о человеке. Знание о природе. Знание об обществе.

В естествознании объектом выступают именно природные явления. Физика – на уровне неживой природы. Биология – явления органического мира (в основании – клетка). Геология – мир природы, но в других масштабах.

Отличие естествознания – формирование теоретических моделей объяснения природных явлений на основе выявления причинно-следственных связей. Двойная роль объяснения: как объяснение уже открытых закономерностей и как эвристическая процедура.

В предмете философии естествознания речь идёт об очень общих проблемах. Общие проблемы, закономерности и тенденции развития корпуса естественных наук, а также особого рода познавательной деятельности, главная цель которой – истинное, объективное знание о законах природы.

Задачи философии естествознания:

1) исследование способов формирования нового естественнонаучного знания, а также механизмов воздействия социокультурных факторов на этот процесс;

2) анализ структуры и динамики знания в конкретных естественнонаучных дисциплинах (физики, химии, биологии);

3) сравнение естественнонаучных дисциплин и выявление общих проблем и общих закономерностей в их развитии;

4) концептуальный анализ эволюции конкретной области естественнонаучного знания на материале истории конкретных наук (физики, химии, биологии);

5) формирование моделей развития естественнонаучного знания, проверка их на соответствующем историческом материале.

Предмет философии естествознания:

1) онтологические (бытийственные) проблемы (единство мира и так далее);

2) теоретико-познавательные (гносеологические) проблемы (центральный вопрос гносеологической проблематики – истинность и объективность естественнонаучного знания);

3) методологические проблемы (проблема метода исследования, адекватного современному уровню развития научного знания; научная картина мира; исторические типы научной рациональности).

Ключевые понятия, указывающие на предмет философии естествознания: онтологический статус объекта, уровни реальности, истинность и объективность естественнонаучного знания, принцип единства мира, принцип причинности, детерминизм и его формы, релятивизм (относительность), механизм, индетерминизм (отрицание наблюдаемых причинно-следственных связей), фатализм (предопределённость; судьба), финализм (описание поведения через стремление к некоторой конечной причине, которая и объясняет движение), холизм (=макродетерминизм; характер причинно-следственной связи, который определяется целым; системный характер связи; параметр порядка).

Современная философия трактует науку как социокультурный феномен, специфика которого связана с производством и ростом объективного знания о мире. В сложившейся системе науки разграничиваются сферы знания: о человеке – о природе – об обществе. Отличие естествознания – формирование теоретических моделей объяснения природных явлений на основе выявления фундаментальных структур и причинно-следственных связей.

Предмет философии естествознания – общие проблемы, закономерности и тенденции развития корпуса естественных наук, а также особого рода познавательной деятельности, главная цель которой – истинное, объективное знание о законах природы.

Философия естествознания имеет трансдисциплинарный (сверхдисциплинарный) статус в системе наук, что обусловлено ее основными функциями:

- анализом проблем формирования общей научной картины мира, концептуальным согласованием теоретических моделей и научного метода с мировоззрением культурно-исторической эпохи, с категориальным строем научного и обыденного сознания (мировоззренческая функция);

- обоснованием постулатов, познавательных принципов и методов естествознания (методологическая функция);

- выявлением междисциплинарных проблем, а также проблем конкретной естественнонаучной дисциплины и естествознания в целом (эвристическая функция);

- сохранением новых идей, не имеющих достаточного обоснования, отвергнутых научным сообществом из-за жестких авторитетных оценок в конкретно-исторических условиях (защитная функция);

- продвижением новых научных идей, распространением и популяризацией построений науки в широких интеллектуальных культурных слоях (коммуникативная функция).

В задачи философии естествознания входит:

- исследование способов формирования нового естественнонаучного знания, а также механизмов воздействия социокультурных факторов на этот процесс;

- анализ структуры и динамики знания в конкретных естественнонаучных дисциплинах (физики, химии, биологии);

- сравнение естественнонаучных дисциплин и выявление общих проблем и общих закономерностей в их развитии;

- концептуальный анализ эволюции конкретной области естественнонаучного знания на материале истории конкретных наук (физики, химии, биологии);

- формирование моделей развития естественнонаучного знания, проверка их на соответствующем историческом материале.

Философская проблематика естествознания в целом, а также конкретных дисциплин наиболее явно представлена возникающими в той или иной области научного познания вопросами, которые выходят за пределы признанных теорий и методов решения конкретной дисциплины. Эвристическая роль философии естествознания заключается как раз в осмыслиении такого рода проблем и познавательных ситуаций, требующих поиска новой исследовательской стратегии и оценки ее перспектив. Традиционно выделяют три круга философских проблем естествознания, которые связаны с онтологическими, гносеологическими и методологическими аспектами научного познания.

## (2) Онтологические проблемы естествознания.

Онтологические проблемы группируются вокруг «бытийственных» вопросов: что и как существует (что представляет собой исследуемый объект)? Для выбора конкретных научных исследовательских стратегий важны два аспекта онтологической проблематики.

Первый, собственно онтологический аспект определен вопросом о статусе самой реальности, в которой укоренен объект исследования: с чем исследователь имеет дело – с реальным физическим объектом, с феноменом, идеальной конструкцией?

Объективная реальность - существующая независимо от наблюдателя, регистрируемого явления, регистрирующего прибора, мышления. Этот уровень реальности в истории естествознания соотносится с абстракцией физической реальности. Выявление объективного статуса существования исследуемого объекта придает ему статус реального физического объекта. Например, Солнце существует объективно как звезда, атом - как мельчайшая частица химического элемента, сохраняющая его свойства. В образовательной и научной практике этот философский аспект естествознания представлен выявлением физического смысла в операции определения понятия, которая далеко не проста. Построить определение не всегда удается. Так, в математике проблемным остается вопрос: что такое число, в физике - сила, поле. В последнем случае просто демонстрируется феномен (как сила / поле действует).

Феноменологическая реальность - существование наблюдаемого или регистрируемого явления, причины которого могут быть скрытыми и неизвестными, а физический смысл не ясен. Например, солнечное затмение, циклон, регистрируемое отклонение характеристик. Статус феномена относят также к уникальному явлению, которое не повторяется и не укладывается ни в какую закономерность.

Идеальный уровень реальности - существование мысленных конструкций как самодостаточных и самостоятельных объектов соотносится с абстрактными сущностями (например, число, множество - в математике). Абстракции (абстрактные объекты) – важный инструмент научного познания природы. В качестве примера можно привести такие понятия как идеальный газ, абсолютно черное тело. Идеализация позволяет рассматривать виртуально разные статусы исследуемого объекта в зависимости от угла зрения.

Абстрактный статус объектов в математических дисциплинах соотносится с математической реальностью. Новые философские проблемы в естествознании появляются с распространением представлений об информационной реальности, виртуальной реальности.

Субъективный статус, который подчеркивает зависимость исследуемого объекта от сознания наблюдателя, традиционно не рассматривается в области естествознания. Зависимость научных построений от группового сознания, научного сообщества, школы, исторического контекста эпохи, конвенции в той или иной научной дисциплине указывает на коммуникативную природу научного знания и научного обоснования.

Второй, структурно-функциональный аспект существования объекта исследования связан с выяснением вопроса, что исследуется – структура, функция, свойство, отношение? Определение онтологического статуса объекта – важный момент осмысливания исходных позиций и определения познавательной стратегии и исследовательской программы.

Онтологический статус структура (или субстрат) может выступать в разных вариантах: как целое или система, как часть или элемент, как фундаментальная бесструктурная единица. Поиск такой единицы в истории естествознания остается актуальной познавательной стратегией до сих пор, определяя горизонт поиска в физике элементарных частиц. Заявлена эта исследовательская установка в античной натурфилософии проблемой первоначального элемента в строении мира (Милетская школа). Наиболее конструктивной

естественнонаучной гипотезой оказался атом Демокрита – изначально неделимая единица бытия. В современной системе знания все сложное многообразие структурной Вселенной сводится к фундаментальным бесструктурным микрочастицам (в частности, кваркам и лептонам).

Статус свойства позволяет выделить качественные уровни исследуемого через анализ:

- свойств единичного (элемента, структуры);
- свойств отношения (функциональные, информационные);
- свойств целого, или системы (системные свойства, структурнофункциональные).

Статус отношения указывает на взаимодействие, его виды (например, 4 вида фундаментальных физических взаимодействий, новые информационные взаимодействия) и принципы (например, принцип дальнодействия и близкодействия в физике, принцип обратной связи в кибернетике). Философская категория «отношение» выделяет функциональный аспект в существовании объекта, в котором принципиально важен характер системообразующих связей:

- тотальная связность (сеть),
- направленная связь (эволюция),
- соотносительная (синхронизм, коэволюция),
- информационная, семантическая связь.

Функция в современной науке может рассматриваться в качестве самостоятельного объекта (обратной связи, координации, отражения, управления, корреляции, цикла), что выражается в формировании представления о новом объекте науки - функциональной системе.

Круг онтологических вопросов задает проблематику философии естествознания в конкретных дисциплинах. В области физики – это проблема пространства и времени, проблема структурного строения и единства мира, природа фундаментальных взаимодействий, природа и статус физического закона, проблема существования и строения Вселенной.

В области химии круг онтологических вопросов связан с системностью и сложностью химических объектов, существованием и самоорганизацией химических систем.

В области биологии – с проблемой сущности и происхождения жизни, существованием и происхождением генетической информационной системы (генетического кода, ДНК, переходных структур), с проблемой эволюции генетических систем и эволюции видов организмов, проблемой объяснения психики.

### (3) Теоретико-познавательные и методологические аспекты естествознания.

Анализ познавательных установок и стратегий естественнонаучного исследования, выявление возможностей последовательного объяснения наблюдаемых явлений и построения логически стройных теорий лежит в области теории познания или гносеологии. Главная философская проблема в этой области - несовпадение теории и наблюдаемых, регистрируемых феноменов. Центральный вопрос гносеологической проблематики - истинность и объективность естественнонаучного знания.

Традиции в построении причинных (каузальных) моделей объяснения явлений, позволяющих устанавливать закономерность поведения реальных объектов, составляют специфику естествознания.

Принцип причинной связи, заявленный в античной натурфилософии, составляет главную мировоззренческую и познавательную стратегию естествознания в его истории. Вместе с принципом единства мира он образует общий контекст развития естественнонаучного знания.

Гносеологическая проблематика современного естествознания определяется вопросами осмыслиния обобщенных базовых моделей причинного объяснения, в основе которых лежит та или иная форма детерминизма.

Детерминизм – мировоззренческая позиция, в которой постулируется причинно-следственная связь природных явлений, не всегда явно представленная в наблюдаемых событиях. Принцип всеобщей причинной связи был четко сформулирован в атомистическом учении Демокритом в жесткой форме, поскольку отрицал случайность в реальной онтологии мира, утверждая однозначную связь причины и следствия. Элемент случайности был внесен в концепцию атомизма позже Эпикуром.

В новоевропейской философии и науке эта установка была обобщена Лапласом. «Демон Лапласа» - символ механистического детерминизма, выделившего универсальность силового (динамического) принципа причинноследственной связи, который позволяет точно рассчитать все состояния объекта. Для «Демона Лапласа» мир прозрачен, предсказуем, в нем нет случайностей. В философии науки жесткий детерминизм, механистический, лапласовский, динамический представляют собой тождественные понятия.

Вторая форма детерминизма – вероятно-статистическая, допускающая случайность в систему причинения, появляется с развитием термодинамики, статистической физики и квантовой механики, выделившими приоритет статистического закона в объяснении причинно-следственный связей. Символ этой формы детерминизма – «Демон Максвелла», разделяющий горячие и холодные молекулы в сосуде, что позволяет ему нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе.

Статистически-вероятностный детерминизм сочетает динамический и статистический принцип в объяснении причинения, благодаря разведению макро- и микро-характеристик термодинамической системы и введению принципа дополнительности в описание ее поведения. Что позволяет рассчитывать и предсказывать главную тенденцию поведения системы, которая понимается как массовый объект. В этой форме детерминизма случайность, которая характеризует термодинамическую систему, относится на счет инструментария субъекта, который не может точно рассчитать скорости микрообъектов. Например: скорости всех молекул идеального газа.

Третья форма детерминизма оформляется в конце 20в. как вероятностный детерминизм. В этой позиции утверждается фундаментальность вероятностных характеристик объекта, подчеркивается, что жесткость и нежесткость причинения зависят от условий и в этом смысле относительны. Получает новое толкование сам закон природы, который рассматривается уже не как объективный динамический закон, инвариантный и обратимый

во времени, а как вероятный и необратимый. «Стрела времени» Пригожина указывает на то, что в эволюции Вселенной не всегда существовали те взаимодействия и структуры, которые классическая и неклассическая физика считает объективными и описывает соответствующими законами.

Круг методологических проблем естествознания определен вопросами: какие средства, установки и методы адекватны современному уровню развития научного знания. От метода часто зависит судьба исследования в науке, поскольку к одним и тем же фактам можно подойти по-разному и сформулировать на этом основании неоднозначные или совершенно противоположные выводы. Верная картина может быть получена при адекватном подходе к изучаемому явлению. Поиск такого подхода и составляет главную цель методологии. В этом она опирается на общую мировоззренческую картину, чтобы выявить условия закономерного развития действительности и обусловленные этим формы практического и теоретического действия.

Методологические принципы задают идеалы и нормы исследования в соответствии с представлениями о мире и конкретной дисциплинарной теорией. Предписательный характер методологического принципа (например, системность) вытекает из непрерывности и семантической связности общего массива знания в науке.

Методологические принципы формируются на трех уровнях: мировоззренческом (теоретико-познавательном), теоретическом (в конкретной области) и эмпирическом.

На мировоззренческом уровне формируется гносеологический (познавательный) принцип, фиксирующий характер причинной связи и указывающий на общий подход к исследованию явлений. В рамках мировоззренческой установки (проясняющей, как устроен мир), гносеологический принцип указывает, как сформировать первичное представление об объекте исследования. Например, различие в мировоззренческих установках Средневековья и Нового времени определяли и различие познавательных принципов. Если мир создан Богом, един и один, то он должен подчиняться провидению. Отсюда следует телеологический принцип в объяснении явлений: конечная причина - в Божьей воле. В Новое время признаются два основания мира – природное и божественное. С одной стороны, в мире действуют законы природы, познаваемые людьми. С другой стороны, первоначальная данность пространства и времени представляет реальность иного рода. Абсолютность пространства признается как некое Богом данное вместилище, в котором разворачиваются природные процессы, сводимые к принципу внешнего (механического) взаимодействия. Дуализм и механистический детерминизм определяли познавательную стратегию в естествознании вплоть до 20в. Отношение предметной теории к философии и методологии неоднозначно. Конкретные науки вырабатывают свою методологию, связь которой с мировоззренческим, философско-методологическим уровнем неочевидна и присутствует обычно неявно - как само собой разумеющееся основание, которое принимается без обсуждения. Для естествознания таким основанием, например, является материальность мира, объективность пространства и времени. Иногда мировоззренческий контекст вовсе игнорируется (как не имеющий ценности для позитивной науки). Однако интуитивное ощущение, что некоторые идеи носятся в воздухе, сопоставление познавательного (гносеологического) принципа культурной эпохи с развитием конкретных теорий в специальных областях знания, свидетельствуют о наличии такой связи.

В процессе интеграции современного естественнонаучного и технического знания, в решении глобальных проблем, оценке масштабных социотехнических инновационных проектов междисциплинарные методологические установки и принципы играют ключевую роль. Более того, характерные для нынешнего века проблемно ориентированные науки строятся не на базовой теории, а на основе общей методологии.

#### (4) Базовые модели естественнонаучного объяснения.

Базовые модели объяснения в естествознании опираются на принцип детерминизма.

Детерминизм – мировоззренческая позиция, в которой постулируется причинно-следственная связь природных явлений, не всегда явно представленная в наблюдаемых событиях.

Принцип всеобщей причинной связи был сформулирован в атомистическом учении Демокритом в жесткой форме, поскольку он утверждал однозначную связь причины и следствия, отрицал случайность в мире.

Элемент случайности был внесен в концепцию атомизма позже Эпикуром.

В новоевропейской классической науке, эта установка получила подкрепление и была обобщена Лапласом.

«Демон Лапласа» – символ и метафора механистического детерминизма, выделившего универсальность силового (динамического) принципа причинно-следственной связи, который позволяет точно рассчитать все состояния объекта.

Для «Демона Лапласа» мир прозрачен, предсказуем, в нем нет случайностей.

Первая форма детерминизма в философии, жёсткий детерминизм, механистический, лапласовский, динамический представляют собой тождественные понятия.

Вторая форма детерминизма – вероятно-статистическая, допускающая случайность в систему причинения. Появляется с развитием термодинамики, статистической физики и квантовой механики в начале XX в., выделившими приоритет статистического закона в объяснении причинно-следственных связей. Неопределенность соответствует самой объективной физической реальности.

Метафора этой формы детерминизма – «Демон Максвелла», разделяющий горячие и холодные молекулы в сосуде, что позволяет ему нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе.

Третья форма детерминизма – вероятностный детерминизм (конец XX века). Холистский детерминизм. Фундаментальность вероятностных характеристик любого объекта. Роль причины может играть случай (случайная флюктуация может изменить ход). Опирается физику высоких энергий и элементарных частиц. Метафора Пригожина «Стрела времени».

В современной системе естествознания методологические аспекты научного исследования наиболее явно выражены проблемами адекватности базовой модели причинного объяснения. Выделяют линейную, статистическую вероятностную и нелинейную модели объяснения, которые, отличаясь формой детерминизма и приоритетного закона, соотносятся с тремя историческими типами научной рациональности: классической (механизм), неклассической (релятивизм) и постнеклассической (холизм).

Постнеклассическую методологию естествознания характеризует расширение понятия причинности. Современное естествознание оперирует уже, по крайней мере, пятью моделями объяснения причинных связей: динамической («детерминистской» – на основании действующей силы), статистической («индетерминистской» – включающей случайность в цепь причин и следствий), телеономической (рассматривающей движение системы к конечному результату), телеологической (целевой), синхронической (выделяющей фундаментальность повторяющегося совпадения событий).

Телеономическая модель объяснения предполагает разные пути развития (движения) системы к конечному состоянию (например, скатывание шарика с горки, которое объясняется законом сохранения энергии). Другой пример – действие или развитие по

некоторой программе (инстинкт, генетический код). Представление о телеономических процессах распространилось в естествознания благодаря биологу Эрнсту Майру, который выделил общность и различие телеоматических, телеономических и телеологических процессов. Объединяет три типа процессов направленность к некоторому конечному состоянию. Телеоматические процессы пассивны, автоматически регулируются внешними силами или обстоятельствами (например, падение камня в пропасть под действием гравитации). В телеономических процессах достижение конечного состояния контролируется встроенной в них программой, конечное состояние при этом оно не является действующей причиной. Например, развитие организма в соответствии с генетической программой. В телеологических процессах конечное состояние является действующей причиной. Телеологические процессы не просто направлены к конечному состоянию, они целенаправленны.

Истоки представления о синхронизме как новом типе связей (в отличие от необходимо причинного и напротив – случайного) усматриваются в аналитической психологии К.-Г. Юнга. Исследуя психику человека, он пришел к выводу, что понятий причинности и случайности недостаточно для ее объяснения, решающее значение имеет повторяющееся совпадение событий. Синхроническая модель объяснения разрабатывается в современной космологии (А.Линде). В экологии и в социобиологии эта модель представлена принципом коэволюции.

## (5) Первая система естествознания – натурфилософия: познавательная установка, метод, круг проблем.

Натурфилософия возникла в античном мире (VII в. до н.э.) как система знаний о естественных причинах природных явлений. Исследовать мир в его единстве и многообразии, опираясь только на силу человеческого разума и разработку так называемых умозрительных методов познания природы.

От практических знаний, которые в те времена давала математика, астрономия (астрология), зоология, ее отличало умозрительное толкование природы, в котором на основании положения о строении мира подчеркивалось единство явлений природы и ее целостность.

Проблема структурных уровней материального мира, которую выявила натурфилософия, характерна для фундаментальной науки и в наше время.

Не различаются какие-то особые науки, а просто проводится попытка логически представить систему мира и его закономерности.

Существует до Исаака Ньютона и Декарта.

Если до сих пор картина мира формировалась в единой натурфилософии, то, начиная с XVII-XVIII вв., научная и философская картины мира не совпадают.

Первая научная картина мира строится на основе классической механики Ньютона и сложившегося в XVIII в. точного экспериментального естествознания, которое вводит новые методы получения знания.

Гюйгенс -> теория математического маятника -> создание часовочного механизма и морского хронометра -> век часов XVIII.

## (6) Мировоззренческие и методологические принципы классического естествознания. Динамический детерминизм. Выявление границ механического объяснения на рубеже 20в.

Мировоззренческие принципы точного экспериментального естествознания:

- 1) субстанциальная концепция пространства и времени.
- 2) Пространство, время и материя, состоящая из корпускул (т.е. имеющая дискретную, атомарную природу), существуют как независимые, не влияющие друг на друга субстанции.
- 3) Пространство понимается в абсолютном значении - как вместилище мира и в относительном - как реальное трехмерное пространство, которое можно измерить и представить формально (математически) в декартовых координатах.
- 4) Время также понимается двояко: в абсолютном значении - как абсолютное начало (чистая длительность) и в реальном значении - как течение событий.

Свойствами времени выступают: длительность, непрерывность, однородность (время везде одинаково), необратимость (как однозначность и направленность причинной связи).

5) Реальное пространство и реальное время обладают определенной размерностью.

Методологические принципы точного экспериментального естествознания (позволяют объяснить и построить теорию):

- 1) принцип инвариантности законов природы;
- 2) принцип симметрии законов природы (равноправие всех точек и направлений);
- 3) универсальность принципа дальнодействия.

Механистический детерминизм – главный методологический принцип точного экспериментального естествознания.

В классической форме механистический детерминизм был развит французским ученым П. Лапласом.

Лапласовский детерминизм = Динамический (силовой) детерминизм.

Самой сложной, неподдающейся формальным средствам классической механики проблемой в физике XVIII столетия выступает объяснение природы тепла и механизма теплопередачи.

Границы механической (динамической) модели объяснения обозначились в классической физике уже во второй половине 19в. В термодинамике при исследовании поведения больших масс газа формируется представление о статистических закономерностях. До сих пор физика оперировала только понятием динамического закона, сформулированного в классической механике. Исследования массы газа и жидкости в рамках молекулярно-кинетической теории показали, что для совокупности частиц нельзя определить точное движение одной частицы, но можно установить диапазон ее возможного движения, который выражается законом распределения. Один из первых статистических законов распределения молекул газа по скоростям получил Джеймс Клерк Максвелл (1831-1867) для азота при температурах 20С и 500С. В дальнейшем представление о статистическом законе обобщается, под ним понимается описание поведения большой массы частиц в целом.

Статистический закон в отличие от необходимости динамического закона, только приписывает определенную вероятность каждому из возможных видов случайного поведения частиц, составляющих большую массу. Основания статистической термодинамики заложены в трудах австрийского физика Людвига Больцмана (1844-1906),

которому столь часто приходилось отражать нападки со стороны противников молекулярно-кинетической теории, что одну из своих статей он завершил словами в отношении молекул «И все-таки они движутся», перефразировав знаменитую фразу Галилея. Сегодня не вызывает сомнений, что тепловая, внутренняя энергия тела пропорциональна температуре, а температура, характеризующая состояние движения частиц должна быть пропорциональна средней кинетической энергии одной частицы. Коэффициент пропорциональности, связывающий среднюю энергию одной частицы с температурой тела, называется постоянной Больцмана ( $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Вт} \cdot \text{сек}/\text{К}$ ).

В соответствии с главным методологическим принципом механистического детерминизма ведутся исследования в проблемной области электромагнитных явлений. Важнейшее достижение физики XIXв. - создание теории электромагнитных взаимодействий. Ее предпосылки связаны с именем Анри Ампера, который свел все наблюдаемые электрические и магнитные явления к единой причине – взаимодействию двух элементов тока, объяснив эффект, обнаруженный Эрстедом (отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током). В 1820г. на заседаниях Парижской Академии наук Андре Мари Ампер прочитал серию докладов по электромагнетизму, где провел различие между статическим электричеством, которое не влияет на магнитную стрелку, и электричеством в движении, обозначил новый круг электромагнитных явлений, ввел понятие электродинамических сил. Его слушали молодые физики Био, Савара и семидесятилетний Лаплас.

Установив связь между различными видами электричества и магнетизма, Ампер выдвинул идею универсального механизма передачи электромагнитных взаимодействий посредством поля, полагая, что в основе электрических и магнитных явлений лежат не заряды и частицы, а пространство между ними. Введение в систему науки понятия электромагнитного поля А.Эйнштейн считал самым важным открытием со времен Ньютона.

Запись знаменитого опыта о возникновении электрической волны при движении магнита появилась в дневнике Майкла Фарадея 17 октября 1831г. Так было открыто явление электромагнитной индукции, а железное кольцо с двумя обмотками стало прообразом будущих трансформаторов. Поставив обратную задачу: получить ток из обыкновенного магнита и мотка проволоки, он создает новый вид источников тока. Установив между полюсами большого магнита Королевского общества врачащийся медный диск и соединив его скользящими контактами с гальванометром, Фарадей получил источник переменного тока, создав первую динамо-машину, или первый генератор переменного электрического тока. Открытие Фарадея послужили началом новой области – электротехники, которая и законами, и материалами сильно отличалась от механики.

В 1834г. молодой профессор Петербургского университета Эмиль Христианович Ленц после блестящих экспериментов сформулировал обобщенный закон индукции, который в современном виде звучит так: индуцированное напряжение равно скорости изменения магнитного потока.

Попытку обобщить опытные данные и создать математический фундамент теории электромагнитных явлений в середине века предприняли сразу несколько ученых: Франц Нейман, Густав Теодор Фехнер, Вильгельм Эдуард Вебер. Но удалось это только Джеймсу Клерку Максвеллу.

В теории Максвелла представлена геометрическая модель электрических и магнитных сил, учитывающая направление этих сил. Основными элементами выступают не частицы или заряды, а напряженности магнитного и электрического полей, которые представлены функциями четырех независимых переменных: трех координат и времени. Теоретическое предсказание Максвелла о распространении электромагнитных волн экспериментально было подтверждено в 1888г. Генрихом Герцем, создавшим первый колебательный контур с

антенной. Максвелл ввел понятие тока смещения, равного производной по времени от индукции электрического поля. Считая ток смещения такой же реальностью, как и ток проводимости, Максвелл полагал, что именно токи смещения создают магнитное поле.

Таким образом, к концу XIXв. физика оформляется как область экспериментальных и теоретических исследований материальных процессов, в основании которых лежат разнообразные взаимодействия: механические, тепловые, гравитационные, электромагнитные. Было установлено, что электромагнитное поле является носителем энергии. Связь между электрическими и тепловыми явлениями демонстрировал закон Джоуля - Ленца. Диапазон электромагнитных излучений охватывал видимый свет, а также невидимые инфракрасные (тепловые), ультрафиолетовые и радиоволны.

Целью физической науки становится создание единой теории наблюдаемых взаимодействий. При этом механические силы отходят на задний план, фундаментальным становится понятие электродинамические силы. Максвелл формулирует главную цель точной науки – «свести проблемы естествознания к определению величин при помощи действий над числами».

Однако, несмотря на выдающиеся достижения, именно в области электродинамики границы механического объяснения обозначились настолько остро, что привели впоследствии к пересмотру универсальности динамического закона и базовых понятий механической картины мира – материи, пространства и времени. Не укладывался в границы классического механического объяснения феномен излучения, который проявлялся в исследованиях самым неожиданным образом и привел к новым проблемам и открытиям.

Загадка атмосферного электричества (молнии) издавна занимала умы ученых. В середине XVIIIв. складывается представление о молнии как электрической искре огромных размеров. С тех пор газовые электрические разряды становятся объектом физических исследований. Экспериментальное изучение газоразрядных процессов в трубке, в частности катодных лучей, природу которых не удавалось объяснить, привело к открытию электрона (Дж.Дж. Томсон – 1897г.) и X-лучей, обладающих сильной проникающей способностью (К.Рентген – 1895г.).

В ходе изучения катодных лучей было осознано, что атомы не являются неделимыми частицами материи, а имеют сложную структуру. Первоначально Дж.Дж. Томсон назвал обнаруженную в катодных лучах частицу (в 1836 раз легче водорода, несущую отрицательный заряд, равный заряду электролитических ионов) корпускулой. Позднее ее стали называть электрон, благодаря теоретическим исследованиям голландского физика Хендрика Антона Лоренца (1853-1928) - создателя электродинамики движущихся сред.

Лоренц строил свою теорию, исходя из существования эфира - заполняющей пространство неподвижной среды, в которой движутся атомы, состоящие из элементарных электрических зарядов, при этом по его предположению заряды могут существовать отдельно от атомов в виде свободных электронов. Природу электрона Лоренц связывал с деформацией эфира.

Лоренц показал, что ток проводимости, наблюдаемый при электролизе и в газоразрядных процессах, не является самостоятельным, т.к. в его основе лежит конвекционный ток (движение ионов в электролитах и электронов в металлах). В электронной концепции Лоренца диэлектрические и магнитные свойства тел сводились к поляризации и молекулярным токам, переставая быть первичными характеристиками среды. Лоренц придал этим характеристикам статистический характер, вычисляя их как статистически усредненные величины большого числа электрических и магнитных дипольных моментов. На основе представления о зарядах, движущихся в неподвижном эфире, была создана электродинамика движущихся сред. Сила, действующая на элементарный заряд (элементарную частицу) в электромагнитном поле, названа силой Лоренца. Теоретические выкладки Лоренца при расчете движений частиц со скоростью,

сравнимой со скоростью света в эфире, вошли в современную физику под названием «преобразования Лоренца».

Факт постоянства скорости света, с которой отождествляется скорость распространения электромагнитных волн, противоречил классическому закону сложения скоростей. В электродинамике Максвелла не выполнялся классический принцип относительности. В обосновании теории Максвелла и объяснении постоянства скорости света ученые опираются на гипотезу эфира как светоносной субстанции (реального вещества) и абсолютной системы. Отрицательный результат опыта Альберта Майкельсона (1852-1931), поставленного с целью обнаружения эфирного ветра, стал той чертой, за которой эфир перестал существовать в качестве физической реальности. Гипотеза эфира была последней попыткой объяснить все происходящее в природе на основе механики.

## (7) Философские и теоретические основания химии как предметной области естествознания.

Кардинальная перестройка химического знания в истории науки была связана с переходом от рецептурной схемы, определявшей действия алхимика (ученого, исследователя, врача, металлурга) к теоретической, концептуальной основе, в становлении которой ключевую роль сыграла натурфилософская проблема строения вещества.

Французский мыслитель Пьер Гассенди (1592-1655), интерпретируя забытое наследие античных материалистов, высказывает идею, что Бог создал определенное количество атомов, отличающихся друг от друга формой, величиной и весом, из нескольких десятков атомов природа создает великое множество тел. Крупные соединения атомов, доступные ощущениям он назвал молекулами. Для обнаружения таких частиц, невидимых глазом, Гассенди использовал энгиоскоп (микроскоп).

Основанием химии как точной экспериментальной науки стало представление о корпускулярном строении вещества (*corpusculum* – лат. тельце, маленькое тело). Английский ученый Роберт Бойль (1627-1691) в книге «Химик-скептик» (1661) изложил взгляд на химию как самостоятельную науку, имеющую независимый от алхимии и медицины предмет, дал первое толкование понятия «химический элемент», определил корпускулу как простое тело, которое уже не может быть разделено на другие тела. Элементы – вещества, которые нельзя разложить, состоят из однородных корпускул. Таково золото, серебро, олово, свинец. Например, киноварь, которая разлагается на ртуть и серу, представляет собой сложное вещество. Бойль одним из первых получил и описал водород, фосфор и некоторые его соединения. Соединив учение об элементах с атомистическими представлением о строении вещества, Бойль полагал, что задача химии как экспериментальной науки – выделение отдельных веществ в чистом виде (химических элементов), установление их состава и комплекса свойств, которыми оно обладает.

Развитие корпускулярной теории в XVIIв. связано с именем Ньютона, который немало времени посвятил химическим опытам, исследовал кислоты, химическое действие, распад веществ и их образование. Ньютон полагал, что корпускулы созданы Богом, неделимы и неуничтожимы. В его теории строения вещества соединение корпускул происходит за счет сил притяжения, которые и определяют химическое средство разных веществ.

Положения корпускулярной теории строения вещества, которые полностью признаны современной наукой, сформулировал М.В.Ломоносов:

- все вещества состоят из корпускул (мельчайших частиц);
- корпускулы находятся в постоянном, беспорядочном движении;
- корпускулы взаимодействуют между собой.

Факт движения мельчайших частиц вещества был экспериментально подтвержден английским ботаником Р.Броуном (1773-1858).

Центральная проблема химии XVIIIв. – процесс горения. Для его объяснения выдвигается теория флогистона (невесомой субстанции, содержащейся в каждом горючем теле, которая утрачивается при горении). Лавуазье показал, что явления горения и обжига происходят при наличии «чистого воздуха» и объясняются гораздо проще без флогистона. В 1769г. он опубликовал «Начальный курс химии», где систематизировал накопленные к тому времени химические знания, изложил кислородную теорию горения, дал определение элемента и классификацию простых веществ.

К концу XVIII века химия из совокупности множества не связанных друг с другом рецептов, превратилась в последовательную систему знания о строении и свойствах веществ (простых и сложных). Был сформулирован закон сохранения массы вещества при химических реакциях (М.В.Ломоносов – 1756г., А.Л.Лавуазье – 1789г.): масса веществ,

вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

Из закона сохранения вещества вытекало, что вещество нельзя создать из ничего, и нельзя уничтожить совсем. Закон сохранения вещества Ломоносов связывал с законом сохранения энергии. Количественным выражением закона сохранения энергии при химических реакциях стал тепловой баланс.

Оформление химии в классическую естественнонаучную дисциплину, предметом которой является исследование природных элементов и их соединений, связано с развитием атомно-молекулярного учения (химической атомистики). Первый шаг к созданию этого учения сделал учитель из Манчестера Джон Дальтон. Впервые положения атомистической теории Дальтона были заявлены в лекции «Об абсорбции газов водой и другими жидкостями», которую он прочитал 20 октября 1803г. в литературно-философском обществе Манчестера. Дальтон строго разграниril понятия атом и молекула, которую называл сложным, или составным атомом, подчеркивая, что эта сложная частица является пределом химического деления соответствующих веществ. Состав вещества однороден в отношении молекул, свойства веществ определяются свойствами молекул. Корпускулярное учение о строении вещества приобрело современный понятийный аппарат. Появилось понятие атомного веса химического элемента. Было проведено разграничение между строением химического элемента (зависящим от атомного веса) и молекулярным строением вещества, между свойствами атомов и молекул.

В 1804г. английский химик Т.Томсон изложил атомистическую теорию Дальтона в третьем издании своей книги «Новая система химии». Тем не менее, понадобилось еще почти полвека для окончательного утверждения атомно-молекулярного учения. Этому способствовало развитие способов определения атомных и молекулярных весов, открытие ряда количественных законов: закона постоянства состава (Ж. Пруст - 1808), закона простых объемных отношений для газов (Ж. Гей-Люссак - 1808), закона Авогадро (1811), - которые хорошо объяснялись с позиций атомно-молекулярного учения. Экспериментальное обоснование оно получило в работах Й.Б.Берцелиуса. Официально атомно-молекулярное учение было признано на I Международном конгрессе химиков (1860).

В середине XIXв. атомно-молекулярное учение дополняется представлениями о валентности и химической связи, которые легли в основание теории химического строения органического вещества (А.М.Бутлеров – 1861). На этой базе оформилась стереохимия (Дж.Г.ВантГофф - 1874), исследующая пространственное строение органических соединений.

Общий теоретический подход в химии, сложившийся в XIXв., ставил определение свойств химических веществ в зависимость не только от элементного состава, но и от структуры элементов и их соединений. Развитие атомно-молекулярного учения привело к идеи о сложном строении не только молекулы, но и атома. Первым эту мысль в XIX в. высказал английский ученый У.Праут, обобщив результаты измерений, показавших, что атомные веса элементов кратны атомному весу водорода. Праут выдвинул гипотезу, согласно которой атомы всех элементов состоят из атомов водорода.

Идею о сложном строении атомов развивал Д.И.Менделеев (1834-1907), который предположил, что между химическими элементами природы существует закономерная связь, определяемая возрастанием атомного веса элемента. В созданной им Периодической Системе Химических Элементов (1871) известные природные элементы расположены последовательно в соответствии со своим атомным весом, выделено их химическое родство, которое выражается в сходстве реакций. Система Менделеева сделала наглядным единство природных химических элементов, их связи и возможные превращения.

Периодический закон сыграл решающую роль в развитии ряда смежных с химией наук, а также химической технологии и промышленности, стимулировал развитие учения о

строении атома, открытие новых элементов.

В XXв. формируется электронная теория строения вещества, складываются новые направления химических исследований: физическая химия, химическая кинетика (учение о скоростях химических реакций), теория электролитической диссоциации, химическая термодинамика.

## (8) Идеалы теоретического естествознания. Принципы построения логически строгой теории. Высшая математика и естествознание.

Новый стиль научного мышления, который формируется в естествознании начала XXв., характеризуется особым содержательно-формальным подходом к описанию и обобщению экспериментальных фактов. В научном сообществе формулируются требования к логической строгости выдвигаемых концепций и теорий, формулировке вводимых понятий, постановке научных проблем, способам обоснования и проверки гипотез.

Стандарт логически строгой теории оформился в начале века в математике. Его содержание раскрывают следующие положения.

1) Любая (математическая и физическая) теория имеет дело с одним или несколькими множествами объектов, соответствующим образом идеализированных и формально математически представленных и связанных между собой некоторыми отношениями, которые также представлены формально (например, в виде функции).

2) Основные (фундаментальные) свойства объектов и принципы отношений формулируются в виде аксиом (в математике), постулатов, законов или принципов (в физике, например, закон сохранения энергии, принцип относительности).

3) Теория должна быть применима к любой системе объектов, для которых фиксируются отношения, удовлетворяющие системе аксиом или основных принципов, положенной в ее основу.

4) Теория может считаться логически строго построенной, если при ее развитии все новые объекты, их свойства и отношения между ними, выводятся формально из аксиом, постулатов или принципов.

В физике начала века оформляется область чисто теоретических исследований. Ее предметом становится обнаружение и анализ скрытых фундаментальных свойств и отношений, которые принципиально не наблюдаются и проявляются только опосредовано (как следствия).

Идеал теоретического естествознания в науке XX в. дает физическая теория, для которой характерны:

- формальный математический язык описания явлений;
- аксиоматическое основание теории в виде постулатов или фундаментальных принципов;
- выводное, гипотетико-дедуктивное построение теоретического знания;
- разработка математических моделей, выражающих концептуально построенное знание.

Геометрические модели, характерные для физики прошлого века, сменяются формальными, символическими построениями, в которых реальные процессы мыслятся. Постулаты новых теорий не очевидны. Физическая реальность предстает в таком виде, что ее понимание и наглядная интерпретация оказывается очень сложной задачей.

До Галилея, Декарта и Ньютона, заложивших основы математического аппарата описания движений, связь математики и естествознания не была очевидной. Идею о том, что математика выражает реальные отношения и закономерности, высказывал еще Коперник, но в инструмент естественнонаучного познания она превращается уже в статусе высшей математики, язык которой становится языком строгой теории. Натурфилософское обоснование нового статуса математики дает Декарт, рассматривая материю как протяженное тело, отождествляя физическое (реальное, материальное) пространство с протяженностью (абстрактным пространством). С тех пор физическая реальность раскрывается математическим описанием процессов в независимых переменных координат и времени.

В XIXв. стимулом развития высшей математики выступают прикладные задачи в области механики, геодезии, гидро- и аэродинамики. Оформляются основные разделы математического анализа, векторной алгебры и аналитической геометрии, теории сходимости рядов и функций комплексного переменного.

Выдающуюся роль в становлении высшей математики сыграл директор астрономической обсерватории, профессор Геттингенского университета Карл Фридрих Гаусс (1777-1855). Создавая математический аппарат изучения формы земной поверхности, он разработал универсальные дифференциальнометрические методы исследования криволинейных поверхностей. Другая его работа «Арифметические исследования» (1801) расценивается как начало современной теории чисел. Гаусс провел первое систематическое исследование сходимости рядов, ввел геометрическое представление комплексных чисел, соотнеся их с точками на плоскости. Ему принадлежит открытие эллиптических функций, а также первые сомнения в отношении априорной данности пространства, допускающего только одну евклидову геометрию. Гаусс допускал, что для больших масштабов должна быть другая геометрия.

К середине XIXв. создается теория пределов, и на ее основании методы исчисления бесконечно малых объединяются в особую теоретическую область математического анализа. Возникнув на почве прикладных задач естествознания и техники, дифференциальное и интегральное исчисления становятся разделом чистой математики, замкнутой на своих собственных проблемах, далеких от конкретных задач естествознания. В теоретическом оформлении математического анализа большое значение имели работы Ж.Фурье (1768-1830), О.Коши, (1789-1857), Н.Абеля (1802-1829), Б.Больцано (1781-1912), К.Вейерштрасса (1815-1897). В это же время У.Гамильтон (1805- 1865) и Г.Грасман (1809-1877) разрабатывают теорию комплексных чисел, возникает новая математическая дисциплина – векторное исчисление.

Выдающимся событием в развитии математики стала неевклидова геометрия, первое публичное изложение которой принадлежит Николаю Лобачевскому (1792-1856). В работе «О началах геометрии» он вывел уравнения, позволяющие представить неевклидово пространство аналитически. Новая область геометрии впоследствии получила название гиперболической геометрии. Идея Лобачевского о многообразии геометрических систем, а также идея о зависимости геометрических свойств пространства от его физической природы – были величайшим достижением мысли XIXв., которое не было оценено. Независимо от Лобачевского, спустя два года венгерский математик Янош Больяи (1802-1860) излагает идею неевклидовой геометрии в работе «Абсолютная наука о пространстве», которая также не встретила понимания.

Утверждение новых идей в геометрии связано с работами Георга Римана (1826-1866), который рассмотрел геометрию как учение о непрерывных N-мерных многообразиях (совокупностях однородных элементов), развил идею математического пространства, дал общее определение пространства «многообразия», которое охватывает функциональные и топологические пространства. В математике возникло новое понятие «риманово пространство», которое обобщило (на основании общего свойства – кривизны) пространства геометрии Евклида и Лобачевского, а также пространства созданной Риманом эллиптической геометрии. Риман выявил проблему относительности геометрии к масштабам пространства и свойствам материи, развил учение о кривизне пространства в отношении реального физического мира. Теория искривленного пространства с произвольным числом измерений в начале XXв. легла в основание новой физической теории – теории относительности.

В начале XXв. ученые стремятся овладеть методами математики и эффективно применить ее средства для выражения физической сущности, лежащего за пределом наблюдаемого. В связи с этим расширяется и дисциплинарная область математики. В ее

круг входят отношения между векторами и операторами в функциональных пространствах, разнообразие пространств любого числа измерений. Расширяется область прикладных вычислительных методов, возникает область философских проблем, связанная с переосмыслением исходных положения теории множеств и логических приемов доказательства.

На рубеже ХХв. область математики определялась четырьмя направлениями: арифметика и алгебра, математический анализ, геометрия, аналитическая механика и механическая физика. В ХХв. она включает: математическую логику, алгебру, теорию чисел, геометрию, топологию, аналитическую геометрию, комплексный анализ, теорию вероятностей, математическую статистику, теорию представлений, вещественный и функциональный анализ, дискретную математику, комбинаторику, информатику и теорию групп. В конце XIXв. в области математики работало около тысячи человек, к последнему десятилетию ХХв. - работает около 300 тысяч специалистов.

## (9) Методологические установки в создании теоретической физики. СТО и становление релятивистской физики.

В конце XIX открываются и радиоактивное излучение, и разного рода лучи, ...  
Формируется новая система естествознания – теоретическое естествознание.

Теоретическая физика создаёт новые абстракции.

Эйнштейн, Пуанкаре и Минковский совершают переворот в научной картине мира. Благодаря им формулируется новая концепция пространства-времени. Третья научная революция связана не только с новыми методами, с новой системой теоретического естествознания, но и с новой картиной мира. Фундаментальные понятия материи, пространства и времени допускают иную трактовку, чем классические.

СТО. Предпосылкой и стимулом развития новой физической теории выступила теория Максвелла, породившая проблему реального носителя электромагнитных излучений. До начала XX века в качестве такого носителя признавали эфир (светоносное вещество, субстанция). Опыт Майкельсона (идея была предложена Максвеллом) для обнаружения эфира.

В 1905 г. Альберт Эйнштейн публикует положения специальной теории относительности, изменившией классические представления о пространстве и времени. Главная мировоззренческая новация была связана с введением в систему физического знания 4-х мерного континуума, в котором совершаются мировые события.

Идея о том, что время можно рассматривать как 4-е измерение, равноправное по отношению к координатам, была выдвинута немецким математиком Германом Минковским (1864-1909), который полагал, что время связано с пространством функциональной зависимостью, не существует отдельно и не может рассматриваться как самостоятельная сущность.

Право на самостоятельное существование, по мысли Минковского, получает только «определенная форма их совместного союза» (пространства и времени). Он предложил понятие мировой линии 4-х мерного пространства, которое стали называть пространством Минковского.

В основании специальной теории относительности лежат два положения:

- 1) инвариантность физических законов (в том числе электромагнитных);
- 2) постоянство скорости света.

Эти положения и следствия специальной теории относительности легли в основание новой релятивистской физики XX в.

Следствия специальной теории относительности:

- 1) принцип относительности одновременности;
- 2) парадокс близнецов;
- 3) линейная метрика не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчета;
- 4) релятивистская динамика (в зависимости от масштаба скоростей преобладает или гравитационная масса, или инертная масса).

## (10) Мировоззренческое значение общей теории относительности.

В общей теории относительности Эйнштейн формулирует принципы теории гравитации как теории поля, которая становится основанием новой физической (не механической) картины мира. Выражая кратко мировоззренческое значение общей теории относительности, Эйнштейн заметил, что «раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то пространство и время сохранились бы, теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время».

Основание общей теории относительности (ОТО) составляют:

1) Принцип постоянства скорости света (максимальная скорость распространения волн любой природы равна скорости света в вакууме);

2) Принцип эквивалентности (инертная и гравитационная массы идентичны друг другу);

3) Принцип геометризации физических взаимодействий: действие гравитации имеет характер искривления пространственно-временного континуума в зависимости от распределения материи. Универсальной константой этой связи пространства, времени и материи является гравитационная постоянная  $\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ ;

4) Принцип локальности метрики пространства-времени.

Первым доказательством общей теории относительности было обнаружение отклонения света вблизи края Солнца, которое наблюдалось во время полного затмения в 1919г. Целью проведенного в Африке эксперимента было точное измерение положения звезд до и после затмения. Проверялись три версии: расчетные отклонения измерений по Ньютону, по Эйнштейну или отсутствие отклонений. Подтвердились расчеты Эйнштейна, согласно которым должно было наблюдаться большее искривление светового луча.

Второе подтверждение ОТО - совпадение наблюдаемого и расчетного смещения перигелия планеты Меркурий. Эллиптическая орбита Меркурия медленно поворачивается. На основании закона тяготения Ньютона этот факт объясняется действием других планет. Уравнения Эйнштейна предсказывают вращение эллиптической орбиты даже в отсутствии других планет. В отношении Меркурия расчетная орбита по Эйнштейну ближе к наблюдаемой.

Третье доказательство ОТО давало изменение длины волны света в гравитационном поле. В сильном поле тяготения ритмические процессы (колебания атомов) должны идти с меньшей скоростью, чем на Земле, что должно привести к более длинным волнам (покраснению) в спектре излучения Солнца. Этот факт наблюдался, но не принимался в качестве подтверждения ОТО, пока в 60-х гг. не измерили красное смещение одной из линий поглощения стронция в спектре Солнца. К этому времени имелись также наблюдения за спутником Сириуса, создающим красное смещение в тридцать раз больше, чем Солнце.

Самое эффектное подтверждение ОТО было получено с использованием эффекта Мессбауэра в лабораторных условиях. Английские физики обнаружили, что ядерные часы, помещенные на краю быстро вращающегося диска диаметром 15 см, замедляют свой ход.

Мировоззренческие следствия общей теории относительности представлены следующим утверждениями.

1. Гравитация не сидит ни в одном из тел, ни между ними как необъяснимое нечто, действующее мгновенно. Она сводится к геометрическим свойствам пространства.

2. Свет и все тела движутся по геодезическим (мировым) линиям, вид которых зависит от внутреннего строения пространственно-временного континуума.

3. В общем случае четырехмерный континуум искривлен, и его метрика зависит от распределения масс. Большие массы сильнее искривляют пространство, малые массы лишь слабо деформируют его.

Общая теория относительности, согласно которой структура пространства и времени целиком определяется распределением и эволюцией материи, легла в основание астрофизики и эволюционной космологии, начало которой положила теоретическая модель нестационарной Вселенной Александра Фридмана. Идея эволюции Вселенной вытекала из решения уравнений ОТО, однако противоречила космологической концепции самого Эйнштейна.

## (11) Философские аспекты квантовой теории. Проблема индетерминизма.

Начало квантовой теории связано с проблемой теплового излучения, сформулированной в конце XIXв. Попытки теоретического анализа этой проблемы на основании представления об абсолютно черном теле столкнулись с большими трудностями. Несмотря на максимальное поглощение светового излучения, такое тело испускает в пространство непрерывный спектр волн, определяемый температурой тела. Согласно теории электромагнитного излучения, нагретое тело непрерывно теряет энергию и должно охладиться до абсолютного нуля. Тепловое равновесие между веществом и излучением невозможно с классической точки зрения из-за противоположности вещества (структуры) и излучения (непрерывного, волнового процесса). Но повседневный опыт показывает, что нагретое тело не расходует всю свою энергию на излучение. Чтобы снять возникшее противоречие между теорией и опытом немецкий физик Макс Планк<sup>49</sup> в 1900г. выдвинул гипотезу о том, что энергия излучения состоит из очень маленьких порций (квантов).

Планк выдвинул свою гипотезу только для объяснения теплового излучения. Распространение понятия квант связано с именем А.Эйнштейна, который в 1905г. опубликовал три знаменитые работы. Две работы были посвящены специальной теории относительности и молекулярному движению, третья – явлению внешнего фотоэлектрического эффекта, которое он убедительно объяснил на основе квантовой гипотезы.

Явление фотоэффекта (вырывание электронов из вещества под воздействием света) было открыто Г.Герцем, и тщательно исследовано русским физиком Александром Григорьевичем Столетовым (1839-1896). Объяснить фотоэффект на основе электродинамики Максвелла, согласно которой свет – это электромагнитная волна, непрерывно распределенная в пространстве, – не удавалось. Опыты показали, что кинетическая энергия вырываемых светом электронов зависит только от частоты света и не зависит от интенсивности освещения. Если же частота света меньше определенного порога, то явление фотоэффекта не наблюдается.

Философский аспект в объяснении Эйнштейна был связан с утверждением дискретной энергетической природы света. Энергия каждой порции светового излучения пропорциональна частоте:  $E = h\nu$  (где  $h = 6,62517 \cdot 10^{-27}$  эрг\*с - постоянная Планка).

Из гипотезы Планка о порциях излучения еще не вытекало представление о прерывистой структуре самого света. Дождь, например, выпадает на землю тоже каплями, но отсюда не следует, что вода состоит из неделимых частей – капель. Но явление фотоэффекта показало, что свет излучается порциями, эта порция индивидуальна и сохраняется в дальнейшем распространении света. Поглощается только вся порция целиком. По Эйнштейну, интенсивность света пропорциональна числу квантов (порций) энергии в световом пучке. Объясняя фотоэффект, он ввел понятие работы выхода электрона – определенное количество энергии светового кванта, необходимое для сообщения электрону такой энергии, чтобы он покинул металл.

Световой квант Эйнштейн назвал фотоном, подчеркивая, что порция света похожа на частицу. Но фотон не имеет массы покоя, не существует в состоянии покоя, а при самом своем рождении приобретает скорость равную с. Фактически Эйнштейн открыл первую элементарную частицу квантовой природы. Сейчас современная наука насчитывает множество таких частиц.

Следствием теории фотоэффекта стало представление о двойственной природе света. При распространении света проявляются его волновые свойства, а при взаимодействии с веществом (при излучении и поглощении) – корпускулярные. В последствие физики обнаружили такие противоречивые свойства у электрона и других элементарных частиц.

Поведение и свойства микрообъектов становятся предметом квантовой механики.

Первоначально в работах Н.Бора, Э.Шредингера, В.Гейзенберга и других ученых первой половины 20 века квантовая механика являлась в основном теорией атомных спектров. Обобщение ее до теории, описывающей поведение всех микрообъектов в микромире, оказалось возможным благодаря синтезу квантовой механики и специальной теории относительности. В результате возникла релятивистская квантовая механика. К концу века на этой базе развивается разветвленная квантовая теория, которая включает квантовую статистику, квантовую теорию поля, теорию атомного ядра и физику высоких энергий.

Во второй половине XXв. квантовая теория поля, заложенная в трудах Дирака, Паули, Гейзенберга, становится фундаментальным основанием современной физики. В ней развивается общий подход ко всем известным типам взаимодействий (гравитационным, электромагнитным, ядерным - слабым и сильным), а также представление о физическом вакууме, насыщенном флуктуациями различных полей.

К первоэлементам Вселенной стали относить физический вакуум, порождающий вещество Вселенной (главным образом протоны, электроны и нейтроны) и антивещество (антипротоны и позитроны). К фундаментальным процессам образования и преобразования материи - взаимное превращение элементарных частиц и процесс аннигиляции (взаимное уничтожение) частиц и античастиц, освобождающий колоссальную энергию в виде излучения.

Фундаментальным в описании взаимодействий микрообъектов становится принцип целостности, который неявно представлен в физике законами сохранения. Значение этого общего принципа для физической теории стало расширяться в связи исследованием физических полей и характеристик элементарных частиц. Были обнаружены эффекты, говорящие о связи определенных состояний микрочастиц с определенными состояниями физического вакуума. На принцип целостности в физическом описании явлений микромира указывал также открытый Эйнштейном в совместной работе с Розеном и Подольским необычный эффект несиловой корреляции фундаментальных (спиновых) характеристик элементарных частиц, который получил название парадокса ЭПР (Эйнштейна – Подольского – Розена).

Одна из проблем квантовой теории связана с физической (и мировоззренческой) интерпретацией волновой функции, которая имеет значение основного параметра квантового поля и элементарной частицы. Австрийский физик Эрвин Шредингер, создав основное уравнение квантовой механики, не смог разъяснить физический смысл этой функции, которая выступает дополнительной (по отношению к импульсу) характеристикой в квантовом описании поведения микрочастиц.

Копенгагенская интерпретация квантовой механики, предложенная Максом Борном и Нильсом Бором, провозглашая принцип дополнительности, подчеркивала отказ от классического принципа детерминизма, утверждавшего однозначную причинную связь событий. Соотношение неопределенности Гейзенberга фиксировало границы применимости классической механики к описанию квантовых объектов (микрочастиц). Согласно принципу неопределенности, в мире квантовых явлений нельзя пренебречь взаимодействием между измерительным прибором и изучаемым явлением.

Процесс измерения в микромире породил проблему онтологического статуса микрочастицы, поставил под сомнение классическую познавательную схему, в которой субъект и объект познания не влияют друг на друга. Принцип неопределенности вводил сознание наблюдателя в качестве необходимого параметра исследования квантовых явлений, ставил под сомнение и объективность микромира, и объективность физической теории.

В «копенгагенской интерпретации» квантовой механики была предпринята попытка устранения сознания наблюдателя из исследуемой ситуации. Был введен постулат о редукции состояния (коллапсе волновой функции), согласно которому при соприкосновении

квантовой системы (микросистемы) с прибором (макросистемой) происходит отбрасывание всех альтернативных исходов, возможных с точки зрения квантовой механики.

Наиболее парадоксальная интерпретация квантовых взаимодействий, получившая название многомировой, была предложена Х.Эвереттом, согласно гипотезе, которого кроме реальной Вселенной существуют множество ее параллельных двойников – теневых миров, где обитают наши «дублеры». Эти двойники никак себя не проявляют за исключением квантового уровня. В случае прохождения электрона сквозь щели, электрон и его двойник взаимодействуют, снимая неопределенность. Именно этот странный мир взаимодействий, где порогом той или иной реальности выступает очень узкое место – щель, и описывает квантовая механика.

## (12) Философские проблемы теоретической биологии. Принципы наследственности и изменчивости в становлении генетики.

Основная тенденция развития биологии в течение XXв. – стремление к теоретическому обобщению фактического материала, накопленного с появлением новых дисциплин, исследующих различные уровни организации живого (клетку и ее составные части, органы, зародыши, популяции). Клеточная теория строения живого, давая концептуальную базу биологическим исследованиям, обостряет вопрос о закономерностях воспроизведения живых организмов и самой клетки.

В дарвиновской эволюционной концепции представления о наследственности весьма расплывчаты, основная проблема связана с принципами видообразования, вопросами изменчивости, борьбы за существование, естественным отбором. «Временная гипотеза пангенезиса», выдвинутая в последней главе труда Ч.Дарвина «Изменение домашних животных и культурных растений» (1868), предполагала образование в каждой клетке любого организма особых частиц - геммул, которые обладают способностью распространяться по организму и собираясь в клетках, служащих для полового или вегетативного размножения. Геммулы отдельных клеток могут изменяться в ходе онтогенеза каждого индивидуума и давать начало измененным потомкам. Предположение Дарвина о наследовании приобретенных признаков было экспериментально опровергнуто Ф. Гальтоном (1871).

Еще одна гипотеза о природе наследственности была предложена ботаником К.Нечели в работе «Механико-физиологическая теория эволюции» (1884). Нечели предположил, что наследственные задатки передаются лишь частью вещества клетки, названного им идиоплазмой. Остальная часть (стереоплазма) наследственных признаков не несет. Он предположил, что идиоплазма состоит из молекул, соединенных друг с другом в крупные нитевидные структуры - мицеллы, группирующиеся в пучки и образующие сеть, пронизывающую все клетки организма. Гипотеза Нечели подготовила биологов к мысли о сложной структуре материальных носителей наследственности.

Наука о механизмах наследственности и изменчивости живых организмов получила развитие в начале XX в. Название генетика (*γενεσίς*, genesis – греч. рождение, происхождение) было предложено английским ученым У.Бэтсоном в 1906г. Концептуальную основу генетики составили: теория гена, хромосомная теория наследственности, теория мутаций.

В становлении генетики выделяют три этапа: классический (1900-1930гг.), неоклассический (1930-1953гг.), синтетический (по настоящее время).

Классический этап в развитии генетики начинается с переоткрытия законов Менделя, который еще в 1865г., анализируя потомство, полученное от скрещивания контрастных сортов гороха, сформулировал законы наследственности. Мендель показал, что наследуемые задатки не смешиваются, а передаются от родителей к потомкам в виде обособленных единиц, сформулировал принципы независимости комбинирования этих элементарных единиц при скрещивании.

Исследователями классического периода развития генетики были выяснены основные закономерности наследования и доказано, что наследственные факторы сосредоточены в хромосомах. В первые десятилетия XXв. представление о дискретных наследуемых задатках получило подтверждение на основании громадного числа опытов с растениями, животными, микроорганизмами, а также в наблюдениях за наследственностью человека. Большая заслуга в становлении классического этапа генетики принадлежит английскому ученному У.Бэтсону (1861-1926), показавшему, что законы, сформулированные Менделем, свойственны не только растениям, но и животным. В 1909г. датский учений Вильгельм Иоганнсен (1857-1927) ввел понятие «ген» для обозначения дискретной единицы,

ответственной за наследование определенного признака (задатка). В 1912г. Т.Х.Морган показал, что гены расположены в хромосомах.

Важнейшее свойство генов – сочетание их высокой устойчивости (неизменяемости в ряду поколений) со способностью к наследуемым изменениям, служащим основой изменчивости организмов, дающей материал для естественного отбора. Совокупность всех генов (или задатков) организма - сложно взаимодействующая система, которая получила название генотип.

Иоганнсен представил естественный отбор в качестве главного фактора, преобразующего генотип на основе наследственной изменчивости при формирующей роли среды. Складывается учение о фенотипе и генотипе организма. Под фенотипом понимается совокупность всех признаков, которыми обладает организм, под генотипом – генетический состав, которым определяются эти признаки. На основании этого учения, в частности выделения генотипических линий популяции растений и животных, формируются аналитические методы селекции.

Улучшение оптических качеств микроскопов в конце XIXв. позволило вести экспериментальные гибридологические и цитологические исследования. В 1875г. Гертвиг обратил внимание, что при оплодотворении яиц морского ежа происходит слияние двух ядер (ядра спермия и ядра яйцеклетки). Флемминг в 1882г. описал поведение особых структур ядра во время митоза (бесполого размножения посредством деления клетки). Для обозначения этих особых, хорошо наблюдаемых структур ядра, играющих определенную роль в делении клетки, В.Вальдайер в 1888г. предложил термин хромосома.

Идея о неравном наследственном делении ядер клеток развивающегося зародыша была высказана В.Ру в 1883г. В это же время А.Вейсман пришел к выводу о существовании в организме двух четко разграниченных видов клеток - зародышевых и соматических. Первые, обеспечивая непрерывность передачи наследственной информации, «потенциально бессмертны» и способны дать начало новому организму. Вторые такими свойствами не обладают. Выделение двух категорий клеток имело большое значение для последующего развития генетики. Предположение о линейном расположении наследственных факторов (хромативных зерен - по Ру, ид - по Вейсману) и их продольном расщеплении во время митоза предvosхитили хромосомную теорию наследственности.

В 70-80-х годах XIXв. были описаны митоз и поведение хромосом во время деления клетки. Это привело к утверждению об ответственности этих структур за передачу наследственных потенций от материнской клетки дочерним. Деление материала хромосом на две равные частицы свидетельствовало в пользу гипотезы, что именно в хромосомах сосредоточена генетическая память. Изучение хромосом у животных и растений привело к выводу, что каждый вид животных существует характеризуется строго определенным числом хромосом.

В начале XX века ученые, исследовавшие живые клетки, обнаружили в них материальные структуры, роль и поведение которых могли быть однозначно связаны с закономерностями, выявленными Менделем (В.Сэттон - 1903). Гипотетические представления о наследственных факторах, о наличии одинарного набора факторов в гаметах (половых клетках), и двойного - в зиготах (оплодотворенных клетках) получили экспериментальное обоснование. В начале XXв. Т.Бовери (1902) продемонстрировал важную роль ядра в регуляции развития наследственных признаков организма, представил доказательства в пользу участия хромосом в процессе наследственной передачи, показав, что нормальное развитие морского ежа возможно только при наличии всех хромосом.

Установлением факта, что именно хромосомы несут наследственную информацию, В.Сэттон и Т.Бовери положили начало новому экспериментальному направлению в биологии - исследованию хромосом на основе гибридологического и цитологического анализа. Экспериментальные факты, полученные в цитологических исследованиях,

подтверждали дискретность фактора, несущего наследственный материал. Сложилось представление, что единица наследственности (ген) отвечает за развитие одного признака и передается при скрещиваниях как неделимое целое.

В формулировании и обосновании хромосомной теории наследственности большая заслуга принадлежит Томасу Ханту Моргану (1866-1945). Согласно хромосомной теории, каждая хромосома несет по одному фактору, каждая пара факторов локализована в паре гомологичных хромосом. Поскольку число признаков у любого организма во много раз больше числа хромосом, видимых в микроскоп, каждая хромосома должна содержать множество факторов.

В начале XXв. Морган сформулировал положение о сцеплении генов в хромосомах. Он экспериментально доказал, что гены, находящиеся в одной хромосоме, передаются при скрещивании совместно. Число групп сцепления соответствует числу пар хромосом. Проследив за поведением генов в потомстве определенных самцов и самок, Морган получил убедительное подтверждение предположения о сцеплении генов.

С помощью светового микроскопа в 1934г. были обнаружены гигантские хромосомы, в которых чередовались темные и светлые поперечные полосы. Причем искусственным путем можно было вызвать различные фенотипические аномалии, которые сопровождаются определенными изменениями в рисунке поперечных полос. Наиболее ярым примером того, что фенотипические признаки организма связаны со строением хромосом, служит различие между полами. Гены, находящиеся в половых хромосомах, называли сцепленными с полом. Эта особая форма сцепления позволила объяснить, в частности наследование таких признаков как раннее облысение и гемофилия, которые присущи определенному полу.

Основы теории гена сложились к началу 30-х годов XXв. Обнаруженное Морганом нарушение сцепления генов в результате обмена участками между хромосомами (явление кроссинговера) подтверждало неделимость генов. В результате обобщения всех данных ген стали понимать как элементарную единицу наследственности, которая характеризуется вполне определенной функцией - изменяется во время кроссинговера как целое. Как единица обмена (между участками хромосом) ген получил новый статус единицы наследственной изменчивости.

Под изменчивостью в биологии понимают всю совокупность различий по тому или иному признаку между организмами, принадлежащими к одной популяции или виду. Морфологическое разнообразие особей в пределах любого вида поразило в свое время Дарвина и Уоллеса, послужила толчком в исследованиях Менделя, показавшего предсказуемый, закономерный характер передачи различий в поколениях. В наблюдаемых фенотипических различиях различают две формы изменчивости: дискретную (качественную) и непрерывную (количественную). Фенотипические различия, которые характеризуют дискретную изменчивость, четко выражены и между ними отсутствуют промежуточные формы. Например, пол у животных и растений, группа крови у человека, длина крыльев у дрозофилы. Признаки, связанные с дискретной изменчивостью, представлены ограниченным числом вариантов и контролируются одним или двумя главными генами, которые могут иметь несколько аллей (генов, расположенных в том же месте хромосомы). Внешние условия мало влияют на такие признаки различия внутри вида. Например, климатические условия и катаклизмы не влияют на группу крови человека.

Количественная (непрерывная) изменчивость определяет наблюдаемые различия признаков в популяции (рост, вес, форма, окраска). Большинство индивидов попадает в среднюю часть статистической кривой, описывающей распределение непрерывной изменчивости в популяции по некоторому признаку (средний рост, средний вес и т.п.). Крайними различиями обладают малое количество особей. Признаки, характерные для непрерывной (количественной) изменчивости обусловлены совместным действием многих генов и факторов среды. Главный фактор, определяющий любой фенотипический признак –

генотип, который закладывается в момент оплодотворения. Последующая реализация генетического потенциала в значительной мере зависят от внешних условий развития организма. Но среда никогда не может вывести фенотип за пределы, определенные генотипом.

Неоклассический этап в развитии генетики (30-50 гг. XXв.) связан с молекулярными и биохимическими исследованиями механизма наследственной изменчивости. Решающим событием в этот период было открытие мутаций – внезапно возникающих изменений, которые могут передаваться по наследству. Систематическому изучению мутаций положили начало работы голландского ученого Хуго де Фриза, который предложил термин «мутация» в 1901г.

Крупнейшим достижением было обнаружение возможности искусственно вызывать мутации при помощи разнообразных физических и химических агентов. Было установлено, что любое ионизированное облучение вызывает мутации.

В генетике появилось учение о системе репарирующих ферментов, исправляющих повреждения генетических структур, вызванные облучением или обработкой химическими агентами. Затем была обнаружена возможность искусственно вызывать мутации при помощи разнообразных физических и химических агентов. За открытие искусственного мутагенеза Г.Меллеру была присуждена в 1946 г. Нобелевская премия

В середине 30-х годов формулируется теория, описывающая кинетические зависимости активирующего и мутагенного эффекта ионизирующих излучений («теория мишени»). Важнейшие эксперименты, ставшие основой этой теории, были проведены в период 1931-1937гг. Н.В.Тимофеевым-Ресовским, М.Дельбрюком, Р.Цимером и другими исследователями.

В ходе исследования химических факторов в процессе мутации было открыто мощное мутагенное действие некоторых химических веществ, оформилось новое направление генетики – химический мутагенез. В настоящее время известно большое количество веществ, усиливающих мутационный процесс. Разработана теория действия мутагенных соединений на наследственные структуры, интенсивно разрабатываются проблемы специфичности действия мутагенов.

Большой материал, накопившийся в области изучения изменчивости, позволил создать классификацию типов мутаций. Было установлено существование трех видов мутации - генных, хромосомных и геномных. К первому классу относятся изменения, затрагивающие лишь один ген. В этом случае либо полностью нарушается работа гена и, организм теряет одну функцию, либо изменяется его функция. Хромосомные мутации - изменение в структуре хромосом, которые могут иметь разные следствия. Может произойти удвоение, утрение отдельных участков хромосомы (дупликация), в другом случае оторвавшийся кусок хромосомы может остаться в той же хромосоме, но окажется в перевернутом виде, при этом порядок расположения генов в хромосоме изменяется (инверсия). Если утрачивается участок хромосомы, говорят о делеции, или нехватке. Все типы хромосомных перестроек объединяют под общим термином - хромосомные aberrации. В геномных мутациях изменяется число хромосом.

В неоклассический период развития генетики появляются факты, вызывающие сомнение в неделимости гена. В 1928г. Н.П.Дубинин (работая в лаборатории А.С.Серебровского при Биологическом институте им. К.А.Тимирязева) обнаружил необычную мутацию, свидетельствующую о том, что ген не является неделимой структурой, а представляет собой область хромосомы, отдельные участки которой могут муттировать независимо друг от друга. Это явление было названо ступенчатым аллеломорфизмом (аллели – гены, расположенные в одном и том же месте хромосомы). Экспериментально подтвердить мутационную дробимость гена удалось только в 1938г. Окончательное решение этот вопрос получил в работах М.Грина (1949), Э.Льюиса (1951) и

Г.Понтекорво (1952), убедительно показавших, что считать ген неделимым неправильно. Актуальной становится проблема структуры гена, с которой связано рождение новой области биологических исследований.

Современный период в становлении генетики начинается в 50-х гг. с оформлением молекулярной биологии. Термин «молекулярная биология» ввел У.Астбери, которому принадлежат основополагающие работы в исследовании белков. В 40-х гг. господствует представление, что гены – особый тип белковых молекул. В 1944г., однако, было показано, что генетические функции в клетке выполняет не белок, а особые макромолекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Установление роли нуклеиновых кислот в передаче наследственных признаков положило начало новой области – молекулярной биологии. В 1953г. Ф.Крик (Англия) и Д.Уотсон (США) выявили пространственную структуру ДНК и создали ее модель в виде двойной спирали, элементы которой повторяются в строгой последовательности.

За сравнительно короткий срок были установлены природа гена и основные принципы его организации, воспроизведения и функционирования, расшифрован генетический код, выявлены и исследованы механизмы и главные пути образования белка в клетке, в которой фундаментальную роль играет пространственно ориентированная полипептидная цепь. Молекулярная биология установила принципы организации разных субклеточных частиц, вирусов, путь их биогенеза в клетке.

На базе молекулярной биологии в 70-х гг. развиваются методы генной инженерии (внедрение в клетку желаемой информации), а также методы выделения в чистом виде фрагментов ДНК – молекулярная генетика. В 80-х гг. процесс выделения генов и получения из них различных цепей автоматизируется. Генная инженерия в сочетании с микроэлектроникой открывает новые перспективы исследования и управления законами живой материи. В прессе активно обсуждаются возможности рождения ребенка «из пробирки» (проблема гомункулуса). Большой общественный резонанс получили опыты по клонированию. Первый опыт с овечкой Долли был проведен в 1997г.

Одно из наиболее существенных достижений молекулярной генетики заключается в установлении минимальных размеров участка гена, передающихся при кроссинговере (в молекулярной генетике -«рекомбинация»), подвергающихся мутации и осуществляющих одну функцию. Среди различных внутригенных мутаций С.Бензер выделил два класса: точечные мутации (мутации минимальной протяженности) и делеции (мутации, занимающие достаточно широкую область гена). Установив факт существования точечных мутаций, Бензер задался целью определить минимальную длину участка ДНК, передаваемую при рекомбинации. Оказалось, что эта величина, названная реконом, составляет не более нескольких нуклеотидов. Далее он установил минимальную длину участка, изменения которого достаточно для возникновения мутации, назвав его мутоном. По мнению Бензера, эта величина равна некоторым нуклеотидам. В дальнейшем было выявлено, что длина одного мутона не превышает размер одного нуклеотида

Следующим важным шагом в изучении генетического материала было подразделение всех генов на два типа: регуляторные гены, дающие информацию о строении регуляторных белков и структурные гены, кодирующие строение остальных полипептидных цепей. Экспериментальное доказательство этой идеи было дано Ф.Жакобом и Ж.Моно (1961).

Определение основной функции гена как хранителя информации о строении определенной полипептидной цепи столкнулось с проблемой записи генетической информации и механизма ее переноса от генетических структур (ДНК) к морфологическим структурам в клетке.

Согласно модели Уотсона - Крика, генетическую информацию в ДНК несет последовательность расположения оснований. Таким образом, в ДНК заключены четыре элемента генетической информации. В тоже время в белках было обнаружено 20 основных

аминокислот. Необходимо было выяснить, как язык четырехбуквенной записи в ДНК может быть переведен на язык двадцатибуквенной записи в белках. Физик Г.Гамов предположил, что для кодирования одной аминокислоты используется сочетание из трех нуклеотидов ДНК. Эта элементарная единица наследственного материала, кодирующая одну аминокислоту, получила название кодон.

Предположение Гамова о трехнуклеотидном составе кодона долгое время не удавалось доказать экспериментально. Только в конце 1961г. была опубликована работа кембриджской группы исследователей во главе с Ф.Криком, выяснивших тип кода и установивших его общую природу. Они доказали, что в каждом гене есть строго фиксированная начальная точка, с которой фермент, синтезирующий РНК, начинает «прочтение» гена, причем читает его в одном направлении и непрерывно. Авторы так же доказали, что размер кодона действительно равен трем нуклеотидам и что наследственная информация, записанная в ДНК, читается от начальной точки гена «без запятых и промежутков».

### (13) Проблемы концептуального синтеза генетики и теории эволюции.

Генетика, убедительно обосновала механизм саморепродукции живого одноклеточного и многоклеточного организма, но проблема происхождения гена осталась в стороне. Именно эта проблема создала общий мировоззренческий фон противостояния дарвинизма и генетики в развитии теоретической биологии.

В начале 20 века эволюционисты враждебно отнеслись к законам Менделя и генетике. Одна из попыток представить схему эволюции на базе генетики, предпринятая Лотса (1916), была неудачной, поскольку на тот момент доказать самый факт возникновения новых генов в природе было невозможно. Опыт селекции и гибридизации подводил к выводу, что наблюдаемые наследственные изменения – результат искусственного вмешательства (одомашнивание или лабораторный эксперимент по выращиванию). Порочный круг, в который попадала генетика, был связан с тем, что для доказательства факта природного наследственного изменения необходимо провести генетический анализ в двух поколениях, т.е. создать искусственные условия. Поэтому в первой четверти века утвердилось представление, что большинство возникающих природных изменений является «уродством», которое не влияет на эволюционный процесс. Мутации (геновариации) только портят сложный, совершенный механизм адаптации. В жестокой борьбе за существование среди нормальных особей «уродцы» должны гибнуть очень быстро, не оставляя потомства. Эволюционный процесс превращения видов организмов в другие виды не мог идти геновариационным путем, поскольку при всех геновариациях (мутациях) муха остается мухой, а крыса остается крысой, не давая уклонения в сторону собаки. Таким образом, генетика опровергла эволюционный принцип видеообразования. Противостояние генетики и дарвинизма обостряло и философскую проблему происхождения и сущности жизни.

Расхождение эволюционизма и генетики проявилось в трактовке роли естественного отбора в поступательном эволюционном процессе. В дарвинизме естественный отбор – главный движущий фактор эволюции биологического вида. В генетике сформировалась противоположная точка зрения. В.Л.Иоганнсен и Т.Х.Морган, включая его учеников, исходили из представления о неизменяемости генов и поддерживали точку зрения о пассивной роли отбора в эволюции, полагая, что он выступает средством, лишь устраняющим менее пригодные гены. Сами гены не изменяются и не зависят от внешних условий, что подтверждалось опытами Иоганнсена (1913) и рядом аналогичных опытов, которые показали невозможность изменения признака путем отбора в генетически однородной среде.

Однако Морган, не подозревая о том, сам создал почву для иной точки зрения в учении о множественном (плейотропном) действии генов. Согласно этому учению, каждый ген может воздействовать не только на соответствующий специфический признак, но и на ряд других и вообще на всю сумму. Сами гены качественно независимы друг от друга, но их проявления, т.е. признаки, являются уже сложным результатом многообразного взаимодействия всех генов, входящих в генотип. Такое представление меняло сложившуюся на базе генетики традиционную мозаичную картину строения организма (из отдельных независимых признаков). Каждый ген контролирует определенный признак, но индивидуальное выражение этого признака зависит от всего генотипа. Наследственная структура каждой клетки определяется комплексом генов. Проявление признаков получало вероятностное, статистическое толкование и было развито в концепции популяционной генетики С.С.Четвериковым (1926).

Поставив перед собой задачу - соединить эволюционизм с аппаратом генетики, С.С.Четвериков выделил три линии возможной конструктивной взаимосвязи через: 1) анализ возникновения мутаций (геновариаций) в природе, 2) анализ влияния свободного скрещивания (согласно менделевским законам) на генотип и изменчивость, 3) соотнесение этих факторов в жизни популяции с эволюционной ролью естественного отбора.

Изучая генетический состав природных популяций плодовой мушки (дрозофилы), Сергей Сергеевич Четвериков (1880-1959) показал, что даже фенотипически однородная популяция неоднородна на уровне генетических признаков. Четвериков подчеркнул независимость появления геновариаций от искусственной обстановки исследования, поскольку до сих пор человек не может влиять на частоту появления геновариаций, тем более вызывать желаемые. Даже применение таких сильных воздействий, как ионизирующее или рентгеновское облучение, алкоголь, эфир, ненормальное давление, гибридизация не приводили пока к желаемым результатам.

В дополнение к наследственной, генотипической изменчивости Четвериков ввел понятие геновариационной изменчивости, подразумевая разнообразие признаков и амплитуду их отклонения в результате накапливания мутаций в видовом сообществе. Генотипическая (наследственная) изменчивость связана с возникновением новых признаков и происходит на основе мутаций, которые могут быть соматическими (закрепляющими признак только при бесполом размножении – митозе) и генеративными (закрепляющими мутации клеток зародышевого пути при половом размножении - мейозе).

Любая мутация вызывает целый спектр изменений. На мутационный процесс влияет весь набор генов, содержащихся в генотипе, поэтому мутационная (геновариационная) изменчивость носит всегда внутривидовой характер: муха всегда остается мухой. Мутации в большей или меньшей степени снижают адаптивные возможности организма, часто оказываются летальными. Однако мутации не влияют на численность их несущих особей, поэтому не исчезают, а передаются по наследству и таким образом накапливаются за счет мутирования других генов. Мутация конкретного гена – событие редкое, в среднем один на миллион, но в генотипе не менее 106 – 107 генов, а число особей в популяции от десятков до миллиардов.

Явление накапливания мутаций было названо Четвериковым геновариационной изменчивостью. Возникающие мутации, как правило, не являются доминантным (часто встречающимся) признаком. Свободное скрещивание поглощает геновариации. Каждая вновь возникающая рецессивная геноварияция при скрещивании с нормальной формой как бы растворяется в ней и не обнаруживается в морфологии организма. Подметить геновариацию в естественных условиях можно только в самый момент зарождения, пока она не уничтожена отбором.

В природе происходят два противоположных процесса: накапливание геновариаций и их устранение. Эти процессы лежат в основании различия геновариационной и генотипической изменчивости. Видовое сообщество постоянно, подобно губке, впитывает все новые и новые геновариации, оставаясь внешне однотипным. По мере накопления внутри вида большого числа геновариаций, та или другая начинает обнаруживаться, тогда и внешне вид начинает проявлять все большую генотипическую изменчивость. Чем старее вид, тем он больше внешне изменчив. При равенстве прочих условий генотипическая изменчивость растет пропорционально возрасту вида.

Геновариационная изменчивость, согласно Четверикову, – основной путь медленной эволюции органического мира. Резкие и глубокие изменения организма возможны только путем длительного накопления геновариационных изменений, продолжительного напластования одних отклонений на другие.

Развивая учение Моргана о множественном действии генов, Четвериков ввел понятие «генотипической среды». Эволюционное значение генотипической среды – наследственные колебания признаков. В комбинации с одним генотипом данный признак, обусловленный одним геном, будет выражен сильнее, в комбинации с другим – слабее. Учение о генотипической среде объясняло непонятное различие между качественной и количественной изменчивостью, а также открывало новые возможности в понимании эволюционной роли и механизма естественного отбора.

В популяционной генетике активная роль естественного отбора раскрывается посредством создания благоприятной генотипической среды.

Действие естественного отбора простирается на весь комплекс генов, на всю генетическую среду, в обстановке которой данный ген себя проявляет. В процессе естественного отбора косвенно определяется наиболее благоприятная для проявлений данного признака генотипическая среда. Устранивая, таким косвенным образом, неблагоприятные комбинации генов, отбор способствует образованию благоприятной генотипической среды и ведет к усилению признака.

Каждый ген действует не изолировано, он проявляется внутри генотипа и в связи с ним. Каждый признак в своем выражении зависит от строения всего генотипа, является реакцией на определенные внутренние взаимодействия. Генетическая структура вида состоит из громадного числа более или менее отличных другу от друга генотипов. Один и тот же ген в различных генотипических комбинациях попадает в различную «генотипическую среду», следовательно, каждый раз его внешнее проявление будет наследственно видоизменяться, его проявление будет наследственно колебаться, наследственно «флуктуировать».

Генетический анализ эволюционного процесса опирается на принцип множественного (плейотропного) действия генов. В основании закономерного процесса эволюции лежит случайное появление геновариаций, поэтому эволюционные закономерности имеют вероятностный характер и могут быть описаны статистически на основании законов больших чисел.

Аппарат популяционной генетики позволил органично соединить эволюционную концепцию дарвинизма с молекулярной биологией, раскрывающей механизмы жизненных процессов в клетках, а также с генетикой, выявившей материальные структуры, обеспечивающие передачу и изменение наследственных признаков. Теоретическая система в биологии, сложившаяся в 50-х гг. XXв., получила название «неодарвинизма», или синтетической теории эволюции.

Большой вклад в становление синтетической теории эволюции внес американский зоолог-систематик Эрнст Майр, работы которого посвящены структуре вида, факторам и механизмам видообразования. Майр теоретически совместил выводы зоогеографии, генетики и экологии, сформулировав фундаментальное положение о принципиальном единстве микро- и макроэволюции.

Работы российского ученого А.Н.Северцова послужили фундаментом, для современного представления о механизмах эволюции. Опираясь на экспериментальные исследования и современный информационный подход, А.Н.Северцов выделили три механизма эволюции: генетический (на основе рекомбинации структурных генов), селективный (на основе отбора), эпигенетический (на основе динамических информационных потоков негенетического характера).

#### (14) Эволюционная биология – проблема естественного отбора и механизмов биоэволюции.

Теоретическая разработка принципа естественного отбора и его форм в эволюции органического мира связана с именем российского ученого Ивана Ивановича Шмальгаузена (1884-1963), автора концепции стабилизирующего отбора, применившим принцип действия авторегулируемых систем в объяснении эволюционных процессов, в частности, в интеграции закономерностей формообразования (морфогенеза) в индивидуальном развитии (онтогенезе) и истории вида (филогенезе). Что положило начало новому междисциплинарному направлению естествознания – биокибернетике (1967).

И.И.Шмальгаузен исходил из того, что естественный отбор меняет свои формы и направление в зависимости от условий и форм борьбы за существование. Рассматривая динамику исторической изменяемости популяций, он выделил три основные формы естественного отбора: 1) положительный (ведущий) отбор в направлении нарастания, усложнения признака; 2) отрицательный (ведущий) отбор в направлении упрощения или уменьшения признака; 3) нейтральный (стабилизирующий) отбор, поддерживающий установившуюся нормальную величину и строение признака. В результате происходит стабилизация формообразования, которая выражается в развитии регуляторных механизмов, обеспечивающих независимость индивидуального развития организма (онтогенеза).

Стабилизирующий отбор ведет к повышению устойчивости существующей или устанавливающейся нормы формообразования (через устранение случайных отклонений). В результате возникает регуляторный аппарат, защищающий нормальное формообразование от возможных нарушений со стороны случайных уклонений в факторах внешней среды, а также со стороны небольших уклонений во внутренних факторах. Эволюционная роль стабилизирующего отбора – охрана нормы. В процессе эволюции наиболее существенные адаптивные нормы в известной мере стабилизируются благодаря развитию регуляторных механизмов, защищающих эти приспособительные реакции от возможных нарушений со стороны случайных внешних влияний. Эволюция организмов, живущих в меняющихся условиях, не ограничивается выработкой одной нормы. Преимущества в борьбе за существование будут на стороне некоторой средней нормы в типичных условиях. Но в других реальных условиях преимущества будут на стороне тех или иных уклонений от этой главной нормы. Например, у растений-амфибийрабатываются две-три адаптивные нормы для жизни в воде, на болоте, на суше. Они имеют целостный характер и осуществляются при посредстве внутреннего авторегуляторного механизма развития. Благодаря такому механизму стабилизирующего отбора, популяция сохраняет свой нормальный фенотип, несмотря на непрерывное накопление мутаций и, следовательно, непрерывную перестройку генотипа.

Во второй половине XX века в эволюционной биологии развиваются два подхода: генетический и эпигенетический. Первый характерен для синтетической теории эволюции неодарвинизма, согласно которой под действием естественного отбора происходит процесс изменения частот генов в генофонде популяции. На уровне генотипов особей накапливаются полезные наследственные уклонения, определяющие фенотипические признаки и адаптивные возможности. В неодарвинизме развивается классическая популяционно-генетическая модель биологической эволюции, в которой видеообразующую роль играет мутация в структурных генах. Положение: приобретенные признаки не наследуются, - составляет базовую аксиому генетического подхода. Однако в классическую схему не укладывается факт независимости морфологической эволюции (макроэволюции) от эволюции структурных генов (микроэволюции), выявленный современными исследованиями.

Эпигенетический подход к биологической эволюции выделяет роль негенетических

информационных потоков в жизни организма и вида. Микроэволюционный процесс обуславливает постепенное изменение и выживание наиболее приспособленных вследствие преимущества в данных условиях. Макроэволюционный процесс связан с изменениями системными, возникающими, например, в результате комбинирования комплексов свойств. Наличие гетерогенной (генетической и эпигенетической) информации отмечается исследователями в области генетики, экологии, эмбриологии. Несовпадение информационных потоков обусловлено связью между структурными генами и регуляцией их количества и продукта, то есть процессом самоорганизации, в котором возникает дополнительная информация, не закодированная в геноме и не поступившая из окружающей среды, а обязанная своим происхождением пространственной организации в процессе морфогенеза. Динамической единицей памяти (в отличие от генетической единицы) выступает «эпиген». Благодаря наличию и несовпадению разнорядковой информации, на популяционном уровне фенотипическая однородность противопоставляется генотипической неоднородности.

Генетический подход и эпигенетический имеют разные сферы приложения в вопросе об отборе и эволюции. Первый представляет наиболее общую познавательную стратегию исследования, согласно которой материалом эволюции служит неопределенная изменчивость, включающая как генетически обусловленные нормы реакции фенотипов, так и вариации фенотипа, обусловленные различием условий жизни. При этом расширение нормы реакции сначала выражается в возникновении спектра возможных состояний фенотипа. Второй обращен к закономерности развития (вида и особи), которая определяется целым. В контексте этого подхода развивается идея эпигенетической эволюции. Основанием служит факт автономности индивидуального развития (онтогенеза) от генотипа, выделенный в исследованиях И.И.Шмальгаузена. В эволюции фенотипа, как такового, видеообразующее значение приобретает феномен преадаптации, в котором критерий выживаемости вида определен широтой нормы реакции. Эволюционное развитие связывается с изменением нормы реакции (биохимической, инстинктивно-физиологической), несущей главную эпигенетическую информацию.

В учении о макроэволюции выделяется эволюционная роль формирования потенциальной нормы, определяющей некий коридор индивидуальных возможностей самоорганизации в конкретных условиях жизни. Этот нормативный коридор обеспечивает различие индивидуальных норм реакции на условия. Благодаря чему, вид способен переносить катастрофические условия, ставящие на грань вымирания среднестатистическую массу особей. При этом в благоприятной среде, когда действует стабилизирующий отбор, особи с более широкой нормой реакции выглядят ненужным излишеством природы и подавляются, не имея преимущества.

В конце века на основе принципа системности формулируется недарвиновская концепция адаптивной эволюции, согласно которой формообразующим фактором выступают длительные модификации, возникающие в органических формах под стрессовым давлением среды с последующим закреплением на генетическом уровне за 5-7 и более поколений. В механизме наследования таких модификаций определенную роль играют ретровирусы и мобильные генетические элементы, участвующие в переносе генетической и эпигенетической информации. Линии эволюции представляют как экспансию прогрессивных фрагментов вещества, которая сопровождается конкуренцией материальных структур. Самосборка нового, более сложного фрагмента осуществляется по принципу минимакса (максимизация функции полезности при одновременной минимизации функции затрат). Вектор прогрессивной эволюции конкретизируется («тематизируется» - С.Д.Хайтун) давлением всей системы взаимодействий, включая давление среды. Например, в водной среде будет иное направление самосборки, чем на суше.

Эволюционное усложнение происходит в результате наращивания все новых этажей

структурности материи (не только вещества, но и полей взаимодействия), причем новые «этажи» не отменяют старые. Так, в современном мире органические структуры не отменили неорганические, а социальные – органические.

Традиционный для дарвинизма подход связан с выяснением происхождения видов на основе субвидовых подразделений (популяций) по принципу «снизу вверх» - от событий, происходящих с особью или вообще с элементами, к их совокупности. Опыт биологических исследований в XXв. привел к убеждению, что понять целое можно только через знание существенных для целого свойств его частей. Объясняющие возможности новых теорий в биологии должны быть связаны с историей происхождения специфических качеств и функций высших организмов. В контексте макроэволюции исходную базу такого исторического исследования составляет фактический материал взаимодействий в геосферно-биосферной системе. Выживаемость вида в этой системе определена возможностью потенциального приспособления, которое получило название преадаптации.

Если адаптация – это способность к саморегуляции в соответствии с наличными условиями, которая обычно выражается в увеличении численности вида, то преадаптация предполагает не просто умножение числа особей в соответствии со средой существования, а способность переносить катастрофические условия, которые могут оказаться длительными. В привычных условиях принцип «минимакса» действует как стабилизирующий отбор (на основе конкуренции), оставляя случайным образом минимум особей, потенциально способных к преадаптации. В катастрофических условиях именно этот минимум спасает вид от вымирания. При этом функциональные (и морфологические) изменения, поддерживающие способность к преадаптации (существованию на грани вымирания) противоречат актуальной приспособленности в рамках механизма конкуренции, поскольку предполагают расходование энергии на «ненужные» вещи. Отрицание узкой утилитарности, формирование «излишков» (или запасов?) в структурно-функциональном плане выступает системной макроэволюционной закономерностью, которая не имеет явного выражения в актуальной прагматической жизни вида, где преобладает борьба, оставляя жизнь сильнейшим и наиболее приспособленным.

Недарвиновское направление в эволюционной биологии, в частности учение о макроэволюции опирается на биосферную концепцию В.И.Вернадского, в которой живое вещество рассматривается как естественный компонент земной коры, наряду с минералами и горными породами. Масса (вес), геохимическая энергия и химический состав живого вещества в совокупности определяют интенсивность его важнейших геологических функций (газовую, концентрационную, окислительноновосстановительную, метаболическую).

Основные формы существования живого вещества, согласно Вернадскому, представляют собой системные объекты:

пленки - в океане (например, планктонная и донная);

сгущения - в атмосфере, гидросфере и в пограничных областях (области приливов и отливов, прибрежные морские и океанические территории, а также озера, пруды, реки, грунтовые воды, болота, торфяники, леса, степи, луга);

разрежения - в атмосфере (воздушное пространство в горах), в гидросфере (нижние слои некоторых морей, ледяные покровы) и в литосфере (пустыни различных типов, ледники, пески, скалистые обнажения).

Разрежения разбросаны среди сгущений живой природы и взаимодействуют с ними. Сгущения одного типа переходят в другие (лес/степь) или происходит видоизменение сгущений (хвойный лес/лиственний лес).

Понятие живого вещества, введенное Вернадским, не отменяло традиционную в биологии классификацию видов живой природы, а дополняло ее новым системным

содержанием. Если традиционная систематика основывалась на единстве клеточной структуры живого, и строилась структурно (начиная с одноклеточных), то у Вернадского систематизация живого строится на биогеохимической основе, а его единство обеспечивается обменными процессами в биосфере. Живое вещество проявляет себя на всех уровнях биологической организации и в пределе охватывает всю живую материю Земли. Введение новых функциональных систем в виде обменных циклов (биогеоценозов), позволяло рассматривать биосферное единство в его внутренних и внешних взаимосвязях.

Предметом исследования в естествознании становится биосфера как целостная эволюционирующая и поддерживающая себя система, которая характеризуется устойчивостью, взаимосвязью систем и состояний разного уровня, качества и состава. Биосферное единство в его феноменальной устойчивости характеризуют взаимодополняющие трофические (пищевые) связи и круговорот живого вещества.

**(15) Междисциплинарные стратегии в естествознании XXв. Функциональный, системный, информационный подходы.**

## (16) Синергетическая парадигма: основные понятия и принципы. Теория самоорганизации.

Предмет синергетики – закономерности согласованного поведения систем различной природы.

Самоорганизация – способность системы изменять свою структуру и функции в ответ на внешние воздействия; возникновение упорядоченных структур и форм движения из первоначально неупорядоченных, нерегулируемых форм без специальных, упорядочивающих внешних воздействий.

Самоорганизующаяся система – система, находящаяся в состоянии постоянного обмена веществом, энергией и информацией с окружающей средой, в относительно устойчивом равновесии.

Характеристики самоорганизующейся системы:

- Способность активно взаимодействовать со средой, изменять ее в своих целях
- Гибкая структура, способность к адаптации в среде
- Непредсказуемость поведения
- Способность учитывать прошлый опыт

Адаптация – принцип жизни самоорганизующейся системы.

Самоорганизующаяся система – это система открытая, адаптивная, когнитивная, прогнозирующая.

## (17) Научная картина мира и философские проблемы естествознания. Проблемы физической картины мира (механической, электродинамической, квантовой).

Научная картина мира – умозрительная система представлений, в которой соединяются естественнонаучный и мировоззренческий (философский) уровни знания.

Умозрительные картины мира, выделяющие естественные первоначала и причины явлений, складываются в Античности. Создание и обоснование такой картины – главная цель натурфилософии.

В XVII в. естественнонаучная и натурфилософская картины мира не совпадают.

Научная картина мира абстрагируется от религиозных, философских, мифологических, житейских представлений о мире, стремится представить мир и его законы независимо от сознания людей и духовных предпочтений. Все же она не свободна от мировоззренческих, религиозных, познавательных установок своей эпохи.

Содержательно научная картина мира определена концепциями естествознания, раскрывающими природу материи, пространства, времени, движения, взаимодействия.

Научную картину мира как признанную сообществом теоретическую модель характеризуют:

- натурализм (отрицание существования сверхъестественных сил),
- связь с физическими представлениями о природе материи и принципах взаимодействий,
- обоснованность;
- эмпирическая проверяемость (или возможность опытного опровержения);
- историчность (содержание НКМ постоянно обновляется).

Особенность современной науки - наличие разных моделей реальности, определенных теоретическими принципами соответствующих областей знания (физики, химии, биологии, кибернетики и др.).

Научная картина мира (НКМ):

- синтезирует достижения в разных предметных областях - мировоззренческая функция,

- играет роль неэмпирического критерия обоснования научного статуса выдвигаемых проблем и гипотез. Теоретические построения в той или иной области всегда проходит двойную проверку: на эмпирическую проверяемость фактами и соответствие признанной НКМ.

- Коммуникативная функция НКМ связана с распространением новых идей и теоретических установок в самых разных интеллектуальных слоях общества. Популяризация сложных построений современной науки разворачивается на уровне общих представлений о мире. Ведущую роль играет философия. Начиная с Галилея и Ньютона, фундаментальные основания для синтеза знания в общей картине мира давало развитие физических теорий. Однако в конце XX в. в интеграции знания о мире фундаментальное значение приобрели нефизические принципы системности, самоорганизации, эволюции.

Эволюция картины мира в европейской истории соотносится с научными революциями, которые кардинально меняют мировоззренческую и методологическую парадигму в развитии знания о мире.

В развитии естествознания можно выделить три больших исторических периода, которые различаются научной картиной мира.

Механическая картина (XVII – XIXв.), в основании которой лежит классическая механика Ньютона, соответствует периоду классической науки. Стиль научного мышления, определенный установками механической картины мира, - классический идеал научной рациональности.

Физическая картина, в которой прослеживаются два этапа: электродинамический и квантово-механический (XXв.), соответствует периоду неклассической науки.

Синтетическая картина (конец XX в.), в основании которой лежат принципы системности, самоорганизации, глобального эволюционизма, соответствует периоду постнеклассической науки.

### Базовые понятия Механической картины мира

Основные понятия Историческое название картины мира, ее философские и теоретические основания	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Механическая картина мира (XVIII-XIX вв.)  Мировоззренческие основания: атомизм, детерминизм. Теоретические основания: Классическая механика Ньютона	Главная характеристика природы материи – <b>дискретность</b>  Виды материи: вещество, имеющее атомарную структуру; материальное тело, имеющее массу покоя.	Перемещение тел. Характеристики: скорость ( $v$ ), ускорение ( $a$ ), время ( $t$ ), перемещение ( $s$ ).	Пространство – вместеище, в котором тела перемещаются (аналог пустоты). Трёхмерно при измерении ( $x,y,z$ ). Время – длительность событий. Главная характеристика – необратимость.	Столкновение тел. Главная характеристика: сила ( $F$ ). Принцип дальнодействия; поддаётся расчёту.	1. Законы сохранения энергии и импульса 2. Законы механики 3. Закон всемирного тяготения	1. Природа тепловых и электрических явлений 2. Распространение света 3. Движение со скоростью света

### Базовые понятия Электродинамической картины мира

Основные понятия Научная картина мира	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Электродинамическая картина мира (XIX-I пол. XX вв.)  Теоретические основания: 1) электромагнитная теория атома (Резерфорд, 1911 г.: «планетарная модель атома») 2) Понятие поля (Фарадей)	Главная характеристика – непрерывность. Виды: поле, элементарные частицы (электрон, протон, нейтрон; 1932 г.). Исходные виды материи характеризуются энергией.	Распространение колебаний или волн, которое предшествует движению макроскопических тел.	Релятивная концепция пространства-времени: Пространство и время взаимосвязаны и образуют четырёхмерный континуум ( $x,y,z,ct$ )	Принцип близкодействия (Фарадей). Два вида взаимодействий: электромагнитные (электромагнитное поле) и гравитационные.	1. Закон распространения электромагнитного поля (Максвелл) 2. Законы движения со скоростью, близкой к скорости света (Эйнштейн) 3. Закон эквивалентности массы и энергии: $E = mc^2$ (Эйнштейн)	1. Строение атома 2. Поведение элементарных частиц 3. Единая теория поля

## Базовые понятия Квантовой картины мира

Основные понятия Научная картина мира	Материя	Движение	Пространство, время	Взаимодействия	Основные законы	Нерешённые проблемы
Квантово-механическая картина мира (I пол. XX – конец XX в.) Основание: 1) понятие кванта (1903 г., М.Планк) 2) «Квантовое поле» (дискретность и непрерывность)	Характеризуется непрерывностью на уровне поля и микроуровне; дискретностью на уровне физических тел (макротел); взаимным превращением (поле, вещество). Исходный вид материи: «поле», физический вакуум, квантовое поле.	Частный случай физических взаимодействий. Движение элементарных частиц (скорость близка к скорости света) отличается от движения макротел (скорость меньше скорости света)	Четырёхмерный континуум пространства-времени, в котором совершаются мировые события. Центр тяготения определяет геометрию пространства и течение времени. В квантово-полевой интерпретации – 10-мерное физическое пространство, характеризующееся кривизной и кручением	Гравитационные; Электромагнитные – наблюдаются в макромире Сильные, Слабые, Торсионные – в микромире.	Законы волновой квантовой механики Принцип неопределенности (В.Гейзенберг) Принцип дополнительности (Н.Бор) Законы релятивистской динамики Общая теория относительности	Строение материи на уровне микромира (элементарных частиц) Взаимосвязь микро-, макро- и мегауровней материи. Эволюция вещества Вселенной Эволюция структурной Вселенной

Проблемы электродинамической картины мира были связаны с объяснением строения атома и его устойчивости.

Выяснилось, что электромагнитных сил недостаточно для соединения и удержания вместе элементов ядра.

Проблема строения материи вылилась в исследование элементарных частиц, которое привело к открытию микромира.

Классическая физика, включая электромагнитную теорию, оказалась не пригодной для объяснения явлений микромира.

Электродинамическая картина мира сыграла свою конструктивную роль в становлении научной картины мира, выявив фундаментальность статистических закономерностей.

Принцип причинно-следственной связи в электродинамической картине допускал случайность в ходе развития событий.

Исследование природы элементарной частицы привело к представлению о корпускулярно-волновом дуализме микрочастицы (Луи де Бройль), которое отразило неопределенность ее природы и роль случайности в описании ее проявлений.

## (18) Идея эволюции и концепция тонкой подстройки в физической картине мира.

Идея эволюции в физической картине мира получила развитие преимущественно на уровне космологических моделей строения и происхождения Вселенной, в которых астрофизические исследования и расчеты строятся в соответствии с общей теорией относительности и квантовой теорией.

Установленные факты, подтверждающие эволюцию Вселенной:

- Расширение Вселенной, в соответствии с обнаруженным красным смещением в спектрах удаленных космических объектов (Э. Хаббл).
- Преобладание вещества в структуре Вселенной, асимметрия между веществом и антивеществом.
- Однородность и изотропность светящейся материи в масштабе расстояний 100 мегапарсек.
- Существование реликтового фонового излучения, энергия которого соответствует температуре порядка 2,7 К.
- Существование галактик и галактических скоплений, имеющих разный возраст.
- Ячеистая структура Вселенной на метагалактическом уровне.

Попытки увязать идею эволюции и сохранение физического мира, для которого характерны фундаментальные мировые константы, привели к концепции «тонкой подстройки Вселенной» и формулированию нефизического объясняющего принципа, декларирующего наличие взаимосвязи между параметрами Вселенной и существованием в ней разума, который получил название антропного принципа.

Теория относительности и квантовая теория не дают ответа на вопрос о происхождении наблюдаемых структур Вселенной. Почему возникает именно такая Вселенная, которая характеризуется именно такими законами сохранения и ограниченным набором физических констант, - остается открытыми в современной физике.

Термин «тонкая подстройка Вселенной» подчеркивает роль физических констант, фундаментальных калибровочных симметрий и асимметрии физического вакуума (в качестве исходного состояния пра-материи Вселенной).

Содержание концепции тонкой подстройки определяется положением, что универсальные физические константы однозначно определяют (предопределяют) структуру нашей Вселенной.

Основанием концепции тонкой подстройки послужила численная взаимосвязь параметров микромира (постоянной Планка, заряда электрона, размера нуклона) и глобальных характеристик Вселенной (ее массы, размера, времени существования).

Анализ возможных изменений основных физических параметров показал, что даже незначительное изменения мировых физических констант, приводит к невозможности существования нашей Вселенной в наблюдаемой форме и не совместимо с появлением в ней жизни.

В среде физиков возникла идея о существовании некоторого фундаментального принципа, в соответствии с которым осуществляется тонкая подстройка Вселенной (А.Эдингтон, П.Дирак, Дж. Барроу, Р.Дикке, Б.Картер).

Взаимосвязь между параметрами Вселенной и появлением в ней разума была выражена в формулировании антропного принципа космологии.

## (19) Междисциплинарные принципы в формировании естественнонаучной картины мира (системность и самоорганизация).

Принцип самоорганизации в формировании естественнонаучной картины мира опирается на два положения синергетики:

1) Мир состоит из разномасштабных открытых систем, развитие которых протекает по единому алгоритму, имеющему две фазы: линейную и нелинейную.

Линейная фаза представляет собой однонаправленное изменение, которое обнаруживает четкую закономерность, ее можно точно рассчитать и на этой основе дать прогноз будущих состояний системы.

Нелинейная фаза представляет собой кризисное состояние, которое характеризуется возможностью вероятностного прогноза некоторого множества будущих возможных состояний.

Упорядоченность возникает через флюктуации, устойчивость – через неустойчивости. Хаотическое состояние содержит в себе неопределенность, которая конкретизируются понятиями информации и энтропии. Фундаментальным в описания природных процессов признается принцип вероятности.

2) Эволюция структурных уровней материи определяется фундаментальной способностью материи к самоорганизации. При этом чётко различается равновесное и неравновесное состояние, а также равновесные и неравновесные структуры.

С точки зрения синергетики, в природе преобладают открытые системы, обменивающиеся веществом, энергией, информацией с окружающим миром, абсолютно замкнутых систем нет. В неживой природе рассеивание и преобразование системой поступающей энергии может приводить к упорядоченным структурам. В живой природе обмен веществом, энергией и информацией со средой обитания позволяет эволюционировать системам от простого к сложному, разворачивать программу роста организма из клетки-зародыша.

Подчеркивается относительность микро- и макроуровней самоорганизующейся системы. Взаимосвязь уровней играет решающую роль в эволюции системы. Рождение порядка трактуется как рождение коллективных макродвижений (и новых макростепеней свободы) из хаотических движений микроуровня, трансформация которых и выливается в новый порядок. Развивается идея создания теоретической картины эволюционно-исторического развития мирового единства (от Большого Взрыва до образования химических элементов, звезд и планет, и далее - до сложных органических соединений, клетки, экосистем живой природы, вплоть до человека и социума).

В становлении современной картины мира решающее значение сыграло учение В.И.Вернадского о биосфере, в котором ключевое положение занимает трактовка живого вещества как единой системы всех растительных и животных организмов планеты, естественного компонента земной коры, наряду с минералами и горными породами.

Согласно системному биокосмическому принципу Вернадского необходимо рассматривать живую природу Земли как целостную систему, взаимодействующую с вещественно-энергетическими процессами, протекающими в земных, околоземных и отдаленных пространствах Космоса. Такое обобщение, вводя новые функциональные системы в виде обменных циклов (биогеоценозов), позволяло рассматривать биосферное единство в его внутренних и внешних взаимосвязях.

Мировоззренческим расширением биосферного учения выступает системно-генетический принцип, который подчеркивает реальность скрытых системных условий, закономерно направляющих динамику самоорганизующейся системы, и их роль в рождении нового порядка. Жизненное пространство, образующее макроуровень жизни

системы, очерчено единством системных условий, которые с точки зрения элементов самой системы (микроуровня) воспринимаются как априорные ограничения. Изменение системных макроусловий оказывается эволюционным фактором, меняющим потенциальную норму жизни системы, что вызывает ее кардинальную перестройку. Новая структура и ее новые свойства вроде бы не имеют видимых оснований. Такой характер возникновения специфических для новой целостности свойств получил название эмерджентной эволюции (наглядный пример - принцип действия калейдоскопа). В этом же ключе развиваются представления о системной детерминации в современной биологии.

Системная методология лежит в основании различных исследовательских стратегий. В современном постнеклассическом естествознании системно генетический принцип представлен в научно-мировоззренческих позициях: эмерджентного материализма (отрицающего физикализм в объяснении человека и его сознания), системогенеза (или социогенетики), универсального эволюционизма. Их общую философскую основу составляет принцип макродетерминации, утверждающий равноправие двух типов причинения: структурных (механических, например) и функциональных. Традиционная схема детерминации целого его структурными элементами (их природой и взаимодействиями) дополняется достаточно жесткой детерминацией «сверху» - от возникающего на высоком уровне сложности системного качества. Таким образом, динамика сложной иерархически организованной целостности оказывается дважды детерминированной: структурно («снизу вверх») и функционально («сверху вниз»). Хорошо проясняет суть макродетерминации аналогия с компьютерной программой, формирующей изображения на экране, но не влияющей на базовый физический уровень процессов в системе.

В рамках макродетерминизма распространяется идея информационной (функциональной) причинности, определенной взаимодействием тел и структур. Информационная причинность имеет системный кодовый характер и осуществляется через запуск иерархически построенных программ действия. Наглядным примером служит генетический код, а также наличие инстинктивных программ поведения, отработанных в филогенезе.

Междисциплинарный принцип системности и принцип самоорганизации выступают концептуальным основанием в формировании мировоззренческой позиции глобального эволюционизма, утверждающей всеобщий характер эволюции во Вселенной.

## (20) Глобальный эволюционизм – новая натурфилософская позиция в системе современного естествознания. Картина мира в глобальном эволюционизме.

Главный тезис глобального эволюционизма: все познанная история Вселенной как самоорганизующейся системы от Большого взрыва до возникновения человечества представляет собой единый процесс развития, который характеризуется преемственностью механизмов космической, химической, биологической и социальной эволюции.

Естественнонаучные основания глобального эволюционизма составили: эволюционная биология, учение о живом веществе и биосфере, эволюционные теории в космологии, в частности теория Большого взрыва и ее подтверждения (красного смещения, реликтовое излучение), теория самоорганизации.

Философскими основаниями глобального эволюционизма выступили: принцип детерминизма в современной интерпретации вероятностного детерминизма и макродетерминизма, идея развития мира и всеобщей взаимосвязи явлений (выдвинутая в XIXв. Гегелем в немецкой классической философии и в отношении природы - в диалектическом материализме).

Эволюционное развитие понимается как закономерно направленный процесс необратимых качественных изменений мирового единства. В отличие от эволюционной теории в биологии, только констатирующей определенную преемственность человека в ряду животного мира, но не объясняющей необходимости появления человека и социума, в глобальном эволюционизме утверждение закономерности появления человека – принципиальная исходная позиция, определяющая программу поиска механизмов согласования разных типов эволюции: от космической – до социальной.

В зависимости от схемы анализа единого эволюционного процесса: по «восходящей» линии (от элемента – к сложно организованным системам) или по «нисходящей» линии (от единой гармонии Вселенной или от самой сложной формы материальной самоорганизации – к элементарным структурам), - различают две позиции. В первом случае глобальный характер эволюции прослеживается от уровня элементарных структур (например, вихревые образования) до сложных иерархически организованных систем в природе и обществе. Утверждается, что генетическое и структурное единство эволюционного процесса определяется низшими уровнями самоорганизации материи. Этой точки зрения на эволюционный процесс придерживался В.И.Вернадский в учении о биосфере и ноосфере, Э.Янч – в концепции самоорганизующейся Вселенной, И.Пригожин – в неравновесной термодинамике.

Другая линия анализа связана с именем Пьера Тейяра де Шардена, который развивает aristotelевскую традицию христианской философии, полагая, что генетическое и структурное единство эволюционных процессов определено высшими уровнями самоорганизации материи.

В глобальном эволюционизме термин «эволюция» содержательно отличается от сходных понятий изменения и развития. Эволюция связывается с появлением принципиально новых, ранее не имевшихся параметров или систем. Развитие - с появлением новых признаков системы, которые, однако, не являются принципиально новыми для мирового единства. Появление клетки как основы живой природы, например, - эволюционное явление, но обменные процессы, а также процессы, происходящие при рождении каждой отдельной клетки, изменения в результате ее деления, описываются термином «развитие». Также как процессы, происходящие в современных астрономических объектах, представляются в терминах изменения и развития (движение планет Солнечной системы, циклы Солнечной активности и т.д.).

Различные системы можно рассматривать как эволюционные лишь на этапе становления принципиально новых для системы и мира качеств и структур. Эволюционное формирование

наблюдаемых космических тел и образований произошло на определенном этапе развития Вселенной. Сейчас мы наблюдаем лишь изменение их параметров. То же можно сказать о геологических системах.

В качестве эволюционирующих систем выделяются только две: весь Мир и авангардная форма движения. Глобальная эволюция Мира отличается от эволюции отдельных систем своей непрерывностью и переносом процесса эволюционных изменений с одного вида движения на другой. Эволюционный процесс в отдельной системе необходимо заканчивается при достижении некоторого равновесного состояния, а эволюция продолжается в последующем виде движения. В авангардной форме движения всегда можно выделить эволюционный параметр, который непрерывно изменяется и связан с появлением новых характеристик и определений данного типа движения. Этот параметр относится к эволюционирующей системе в целом. Например, на уровне социальной эволюции, он относится к единому социуму, а не к расцвету и упадку отдельных государств.

Позиция глобального эволюционизма регламентирует преемственность типов эволюции на основании временности эволюционного развития той или иной системы. Геологическая система была авангардом эволюции на определенном этапе эволюции Мира и завершилась образованием геологических структур и физического мира Земли. На предыдущем этапе, в результате космической эволюции возникла структурная Вселенная. Возникновение биологических систем также было возможно на конкретном этапе, при конкретных физических параметрах, которые невозможно восстановить в данный момент.

Постоянно эволюционирующей системой выступает только мир в целом. Отдельные эволюционные процессы: на космическом, уровне, геологическом, химическом, биологическом, социальном – представляются собой частные реализации глобальной эволюции мира на разных временных этапах истории Вселенной.

Познавательная стратегия глобального эволюционизма подчеркивает, что в рамках каждой научной системы, объясняющей и изучающей ту или иную форму движения, должен присутствовать механизм развития, приводящий к внутренним противоречиям, которые разрешаются при переходе к следующему этапу или следующей системе.

Теоретические посылки глобального эволюционизма можно свести к следующим положениям.

1) Эволюция предстает как процесс движения Мира через самоопределение нового порядка, как поэтапное возникновение новых равновесных состояний.

2) Научные теории, относящиеся к отдельным видам движения, принципиально несводимы. Появление основных видов взаимодействий происходит в эволюционной (временной) последовательности.

3) Адекватное принципиальное описание мировых взаимодействий и форм движения, может дать не единая система уравнений, а математический аппарат, содержащий элемент развития. Если некая система уравнений описывает определенные процессы, то в ней должен быть параметр, при изменении которого, система становится неоднозначной – появляются противоречивые решения. Введение нового параметра, компенсирующего противоречивые решения, приводит уже к другой системе уравнений, которая не сводится математическими преобразованиями к предыдущей и описывает уже другой тип процессов.

4) Антропный принцип, который формулируется как:

Слабый антропный принцип: разум – один из видов мирового движения. Его носителем выступает социальная система.

Сильный антропный принцип: разум – обязательный этап эволюции Мира.

Финалистский антропный принцип: разумная форма движения Мира – неотъемлемый этап, определяющий его дальнейшее развитие. Во Вселенной должна возникнуть разумная

обработка информации и, раз возникнув, она никогда не прекратится.

# Философские проблемы физики

## (1) Место физики в системе естественных наук.

**(2) Философские проблемы становления концепций теоретической физики. Теория относительности. Теория строения атома и физика элементарных частиц.**

**(3) Онтологические проблемы физики.**

**(4) Физический вакуум и поиск единой теории.**

**(5) Проблема пространства и времени.**

**(6) Проблема детерминизма. Индетерминизм в квантовой механике.**

**(7) Квантовая механика и объективность научного знания. Проблема природы квантовых явлений.**

**(8) Системные идеи в физике.**

**(9) Теоретические и эмпирические основания биофизики.**

**(10) Представление о квантовом компьютере.**

**(11) Основания и концептуальная структура современных астрофизических теорий.**

**(12) Изменение представлений о характере физических законов в связи с концепцией «Большого взрыва» в космологии и формированием синергетики.**