

Предисловие . . . . .	8
Предисловие к первому изданию . . . . .	9
Введение . . . . .	10

## Глава I. Заметки о некоторых основных понятиях. . . . . 17

1. Развитие понятия материальной точки в моделях механики . . . . .	17
1.1. Классическое понятие материальной точки (17). 1.2. Модели точки комплексной массы и точки переменной массы (18). 1.3. Модель термодинамической точки (19).	
2. О понятиях скорости и ускорения материальной точки. . . . .	21
2.1. Скорость материальной точки и производная по времени её радиуса-вектора (21). 2.2. Об ускорении материальной точки (22).	
3. К обоснованию принципа Гамильтона . . . . .	25
3.1. Из истории «силы» и «действия» (25). 3.2. О выводе принципа Гамильтона из общего уравнения динамики (28).	
4. О действии и противодействии. . . . .	33
4.1. Основные задачи механики и третий закон Ньютона (33). 4.2. Принцип равновесия Даламбера и «даламберово равновесие» (35). 4.3. О силах инерции (37). 4.4. Интегральное равенство действия и противодействия (41). 4.5. О лоренцовой «силе торможения» (45).	
5. Об энергии и действии . . . . .	47
5.1. Склерономные и реономные системы (47). 5.2. Аналоги теоремы об изменении кинетической энергии реономных систем (48). 5.3. Теорема об изменении полной механической энергии (50). 5.4. Функция Гамильтона и уравнение энергии (51). 5.5. Теорема об изменении кинетического потенциала. Динамический смысл обобщённой силы для времени (55).	
6. Примеры величин, называемых «действие» . . . . .	57
6.1. Функционалы «действие» (57). 6.2. Функции «действие» (60).	

## Глава II. Заметки о способах виртуального варьирования . . . . . 62

7. О дифференцировании . . . . .	62
7.1. Дифференцирование функции при неявной зависимости от параметров (62). 7.2. Вариационная производная (65).	
8. Некоторые приёмы и способы варьирования . . . . .	66

8.1. Синхронные вариации (66).	8.2. Асинхронное варьирование (66).	8.3. Варьирование по Гельмгольцу (68).	8.4. Расширенное варьирование по Гельмгольцу (69).	8.5. Вариации в скользящих режимах реализации связей (69).	
9. Уравнения для виртуальных вариаций . . . . .					70
9.1. Уравнения для виртуальных вариаций при неголономных связях (71).	9.2. Виртуальное варьирование связи, представляющей огибающую (73).	9.3. О варьировании уравнения связи при двух независимых переменных (74).	9.4. О неравенствах для виртуальных перемещений при неудерживающих связях (74).		
10. О применении неопределённых множителей . . . . .					75
10.1. «Заметка о равновесии упругой нити» (М. В. Остроградский) (75).	10.2. Неопределённые множители в задачах на экстремум функции (77).	10.3. О представлении реакций идеальных связей (79).	10.4. Неопределённые множители при скользящем режиме (80).	10.5. О неопределённых множителях при варьировании функционалов (82).	10.6. О неопределённых множителях в других задачах (83).
11. О принципе Герца. Принцип наименьшей кривизны. . . . .					84
11.1. Принцип прямейшего пути Герца (85).	11.2. Некоторые направления развития принципа прямейшего пути (90).	11.3. Принцип наименьшей кривизны (91).			
12. О принципах несвободных динамических систем. . . . .					94
12.1. Принцип освобождаемости по Четаеву (94).	12.2. Свойство идеальности. Общее уравнение несвободных динамических систем (95).	12.3. Принцип наименьшего отклонения (97).	12.4. Общее уравнение динамики систем с вероятностными связями (98).	12.5. Принцип освобождаемости для динамических систем (99).	
13. О применении вириалов. Центральное вириальное равенство. . . . .					102
13.1. О вириале количеств движения и вириале системы сил (102).	13.2. Центральное вириальное равенство (103).				
Глава III. Об интегральных принципах. . . . .					106
14. Центральное интегральное равенство . . . . .					106
14.1. Центральное уравнение Лагранжа при асинхронном варьировании (106).	14.2. Центральное интегральное равенство (107).	14.3. Об изменении действия по Гамильтону и действия по Лагранжу при синхронном и асинхронном варьировании (108).			
15. О принципе Гамильтона–Остроградского в теории реономных систем . . . . .					111
15.1. Принцип Гамильтона–Остроградского (111).	15.2. Асинхронное варьирование действия вспомогательной склерономной системы (111).	15.3. Расширенный принцип Гамильтона–Остроградского (113).			
16. Обобщение интегрального принципа Гёльдера . . . . .					118
16.1. Применение варьирования по Гельмгольцу при выводе принципа Гёльдера (118).	16.2. Частные формы принципа (119).	16.3. Новое обобщение принципа Гёльдера (120).			

17. Вириальный интегральный принцип. Интегральный принцип для систем Четаева–Румянцева . . . . .	121
17.1. Вириальный интегральный принцип (121). 17.2. Интегральный принцип для систем Четаева–Румянцева (122). 17.3. Интегральный принцип изменяемого действия для систем Четаева (125).	
18. Заметка об евклидовом действии (Э. и Ф. Коссера) . . . . .	127
18.1. Аксиомы об однородности и изотропности пространства (127). 18.2. «Евклидовское действие деформации» (128). 18.3. Евклидовское действие и натуральные системы (129).	
19. О принципе Гамильтона–Остроградского при импульсивных движениях динамических систем . . . . .	132
19.1. Постановка задачи. Потенциал ударных импульсов (132). 19.2. Функционал «действие» и условия его стационарности (134). 19.3. Интегральный инвариант Пуанкаре–Картана (136). 19.4. Об оптико-механической аналогии для движений с ударами (138).	
20. Об интегральных равенствах для неголономных систем . . . . .	142
20.1. Интегральные равенства Гёльдера, Воронца и Сулова (142). 20.2. О вариационной форме интегрального принципа для неголономных систем (144).	
<b>Глава IV. Решение прикладных задач . . . . .</b>	<b>146</b>
21. Модель динамики системы «жёсткое колесо — деформируемый рельс» . . . . .	146
21.1. Механическая схема (146). 21.2. Действие (147). 21.3. Анализ связей (149). 21.4. Интегральный принцип. Уравнения движения системы (150). 21.5. Стационарный режим движения системы (152).	
22. О качении деформируемого колеса . . . . .	156
22.1. Механическая схема (156). 22.2. Вариация функционала «действие» (158). 22.3. Уравнения для определения формы кольца (159). 22.4. Условия на границе зоны контакта (160). 22.5. О сопротивлении качению (161).	
23. О квазистатическом скольжении нагрузки на деформируемом стержне . . . . .	162
23.1. «Энергетический парадокс» (162). 23.2. Схема взаимодействия. Выражение действия деформации (163). 23.3. Энергетические соотношения (165).	
24. К оценке частот поперечных колебаний стержня . . . . .	165
24.1. Формула и теорема Релея. Формула Граммеля (165). 24.2. Оценка точности определения частоты колебаний по форме изгиба (168). 24.3. Учёт продольных сил инерции (169).	
25. Об устойчивости равновесной формы стержня при изгибе. . . . .	170
25.1. Задача Эйлера (170). 25.2. Функционалы потенциальной энергии (171). 25.3. Уравнения равновесных форм оси стойки (172). 25.4. Уравнения смежных форм равновесия. Условие устойчивости прямолинейной формы (173). 25.5. О применении	

энергетического метода в задаче об устойчивости формы изгиба стержня (174).	
26. Уравнения движения систем с линейным деформируемым элементом . . . . .	177
26.1. Уравнения движения однородной цепи (177). 26.2. Модель движения гибкого элемента волнового редуктора (180).	
27. К динамике раскрытия поверхности космического паруса . . . . .	182
27.1. Описание процесса раскрытия поверхности паруса. Допущения и приближённые соотношения (182). 27.2. Вывод уравнений движения оболочки в процессе её развёртывания (185). 27.3. О форме равновесия вращающейся отражающей поверхности (190).	
28. О влиянии гистерезиса податливой опоры на сферическое движение тела, несущего маховик . . . . .	192
28.1. Механическая схема. Общее уравнение динамики системы (192). 28.2. Уравнения движения оси маховика (линейная модель) (195). 28.3. О влиянии гистерезиса на устойчивость движения оси маховика (195). 28.4. Влияние гистерезиса на вынужденные периодические колебания (196).	
29. Построение периодического решения системы с малым параметром . . . . .	199
29.1. Приведение динамической системы Е. Лоренца к форме систем Н. Четаева (199). 29.2. Несвободная система Четаева (200). 29.3. Условия периодичности движения (200).	
30. Об энергии в динамике точки переменной массы (в первой задаче Циолковского). . . . .	202
30.1. О моделях точки переменной массы (202). 30.2. Кинетическая энергия и работа реактивных сил в системе «ТПМ — изменяющая масса» (203). 30.3. О внутренней энергии ракеты (206).	

<b>Глава V. Принцип предикативности. Некоторые свойства гамильтоновых систем . . . . .</b>	<b>208</b>
31. О понятии «предикативность» в математике и механике. . . . .	208
31.1. Краткая характеристика понятия «непредикативность» (208). 31.2. «Определимость» и «предикативность» понятий и правил соответствия по А. Пуанкаре (210). 31.3. Аксиома сводимости Рассела. Примеры (216).	
32. О преобразовании времени и функции Гамильтона в склерономных системах . . . . .	221
32.1. Лемма Уинтнера для гамильтоновых систем (221). 32.2. Применение леммы Уинтнера и «обращение» времени (223). 32.3. Свойство взаимности гамильтонианов (224).	
33. Интегральные инварианты и гамильтонова форма уравнений движения . . . . .	225
33.1. Основной и универсальный классические интегральные инварианты гамильтоновых систем (225). 33.2. Задача о гамильтоновой форме уравнений, имеющих инвариант (226). 33.3. О приведении уравнений движения динамической системы к гамильтоновой форме (227).	

34. Об однородных свойствах гамильтонова действия . . . . .	232
34.1. Определение квазиоднородной функции (232). 34.2. Об однородности гамильтонова действия (233).	
35. О реализации реакций и реализации связей . . . . .	234
35.1. Идеальные связи и идеальные реакции (234). 35.2. Определение реакций как решение задачи особого оптимального управления (235).	
<b>Глава VI. Принцип инерционности . . . . .</b>	<b>238</b>
36. Масса и принцип инерционности . . . . .	239
37. К задаче о собственном энергоресурсе гравитирующей массы . . . .	248
37.1. Две схемы формирования гравитирующего тела из бесконечно удалённой массы (249). 37.2. Эффективный собственный энергоресурс массы, из которой формируется шар (252).	
38. Об инерционности при релятивистском ограничении скорости . . . .	255
38.1. О наблюдении инерционных свойств (255). 38.2. О массе и энергии в системе из двух тел (256). 38.3. Кинетический потенциал частицы и её собственного поля (259). 38.4. Предварительные заключения (262).	
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>264</b>
<b>Список литературы . . . . .</b>	<b>265</b>