

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Тульский государственный университет»**

**Интернет-институт**

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

**по дисциплине**

**«Теория систем и системный анализ»**

**Семестр 5**

**Вариант 3**

**Выполнил: студент гр. ИБ262521-ф**

**Артемов Александр Евгеньевич**

**Проверил: канд. техн. наук, доц.**

**Баранова Елизавета Михайловна**

**Тула 2024**

# Практическая работа № 1

**Название:** История, предмет, цели системного анализа. Описания, базовые структуры и этапы анализа систем.

**Задание:**

1. Составить доклад на тему «Современная теория систем»;
2. Выполнить задание и описать способ его выполнения: Привести пример некоторой системы, указать ее связи с окружающей средой, входные и выходные параметры, возможные состояния системы, подсистемы. Пояснить на этом примере (т.е. на примере одной из задач), возникающих в данной системе конкретный смысл понятий «решить задачу» и «решение задачи». Поставить одну проблему для этой системы.

## **1. Доклад на тему «Современная теория систем».**

Система — слово греческое, буквально означает целое, составленное из частей. В другом значении — порядок, определенный правильным расположением частей и их взаимосвязями. В настоящее время термин “система” относится к наиболее употребляемым. Это объясняется тем, что за ним стоит развитая методологическая традиция, которая характеризует сложившийся в течение всей интеллектуальной истории человечества, и особенно в последние десятилетия, очень эффективный стиль мышления. Системное мышление — это мышление современного человека. Что оно означает? Если же отвечать обобщенно, то системный стиль мышления, или системный подход представляет собой специфическое содержание, аспект, принцип мышления, при котором категория “система” применяется в качестве метода, инструмента познания.

Системный подход — эффективный способ мыслительной деятельности, обеспечивший значительные открытия в науке, изобретения в технике и достижения в производстве во второй половине XX века. Это предопределяет постоянное внимание к нему со стороны интеллектуалов. Без владения этим методом невозможны творческая самореализация, профессиональная деятельность. Вместе с тем возрастающая потребность в системном мышлении требует специального изучения в высших учебных заведениях дисциплины “Теория систем и системный анализ”. Однако сама теория систем недостаточно систематизирована и подготовлена для преподавания.

Системный подход относится к числу, как это ни парадоксально, немногочисленных, но удивительно плодотворных интеллектуальных изобретений человечества, без применения которого немыслима успешная профессиональная деятельность практически в любой сфере. Владение системным анализом, системным моделированием и конструированием, системной практической деятельностью — высшая характеристика мыслительной культуры человека. Немаловажно, что любому специалисту приходится “иметь дело” с систематизацией информации, системными исследованиями, которые можно осуществлять только обладая специальными знаниями и навыками.

По отношению к системному подходу можно выделить две мировоззренческие парадигмы. Первая признает системность как объективное свойство всего сущего, как важнейшую характеристику материи. Сегодня специальные науки убедительно доказывают системность познаваемых ими частей мира. Вселенная предстает перед нами системой

систем. Конечно, понятие “система” подчеркивает ограниченность, конечность Вселенной. И, опираясь на метафизическое мышление, можно прийти к выводу, что, поскольку Вселенная — это “система”, то она имеет границу, т.е. конечна. Но с диалектической точки зрения как бы ни представлять себе самую большую из систем, она всегда будет элементом другой, более обширной системы. Это справедливо и в обратном направлении, т.е. Вселенная бесконечна не только “вширь”, но и “вглубь”.

Отсюда возникает вторая парадигма, согласно которой системность представляет собой не свойство материи, а свойство познающего субъекта. Эта парадигма говорит о том, что мир есть такой, какой он есть, а системность представляет собой лишь способ его видения и познания. Объявление всего сущего системами отнюдь не означает, что эти объекты представляются системами. Например, куча песка или камней с большим трудом может быть названа системой. Для того чтобы доказать их системность, мы вынуждены искать основание или системообразующий фактор. Таким образом, системность — это некоторая познавательная процедура. Кроме того, в немалой степени сомнениям в системности мира способствует такое явление, как хаос, а также переходные состояния, когда нарушается системная определенность объектов.

Системность представляется и свойством всего сущего, и познавательной способностью человека, который в системных представлениях всегда реализует свои интересы. Например, строитель, рассматривая кучу камней, может “увидеть” два вида систем: куча представляет собой кучу строительного мусора или кучу строительного материала, т.е., в зависимости от интересов одно и то же явление представляется двумя принципиально разными системами.

До сих пор имеющиеся в распоряжении науки факты свидетельствуют о системной организации материи. Но вместе с тем наука доказывает относительность этого свойства, различную его интенсивность. Системность представляется развивающейся характеристикой материи. Один и тот же объект входит в различные системы, но в одних он органичен, когда системность выражена максимально, в других нет. И системность здесь носит суммативный характер.

Современная наука нуждается в выработке четкого научного определения системы. Сделать это непросто, потому что понятие «система» относится к числу наиболее общих и универсальных дефиниций. Оно используется по отношению к самым различным предметам, явлениям и процессам. Неслучайно термин употребляется во множестве различных смысловых вариаций.

Система — это теория (например, философская система Платона). По всей видимости, этот контекст понимания системы был наиболее ранним — как только возникли первые теоретические комплексы. И чем универсальнее они были, тем больше была потребность в специальном термине, который обозначал бы эту целостность и универсальность.

Система — это классификация (например, периодическая система элементов Д. И. Менделеева). Особенно бурно возникали различные классификационные системы в XVIII — XIX веках. Основная проблема классификаций заключается в том, чтобы они были существенными и не систематизировали объекты с точки зрения несущественных признаков.

Система — это завершённый метод практической деятельности (например, система реформатора театра К. С. Станиславского). Такого рода системы складывались по мере возникновения профессий, накопления профессиональных знаний и навыков. Такое применение термина возникает в цеховой культуре средневековья. Здесь понятие “система” употребляли не только в положительном смысле как средство эффективной деятельности, но и в негативном, обозначая им то, что сковывает творчество, гениальность. Блестящ в этом смысле афоризм Наполеона Бонапарта (1769–1821): “Что касается системы, то всегда надобно оставить за собой право на следующий день посмеяться над своими мыслями дня предыдущего”.

Система — некоторый способ мыслительной деятельности (например, система исчисления). Этот вид системы имеет древние истоки. Они начинались с систем письма и исчисления и развились до информационных систем современности. Для них принципиально важна их обоснованность, что хорошо подметил французский моралист Пьер Клод Виктуар Буаст (1765–1824): “Строить систему на одном факте, на одной идее — это ставить пирамиду острым концом вниз”. Отсюда становится понятным его же афоризм: “Творец системы — это арестант, который имеет притязание освещать мир лампою своей темницы”.

Система — это совокупность объектов природы (например, Солнечная система). Натуралистическое употребление термина связано с автономностью, некоторой завершённостью объектов природы, их единством и целостностью.

Система — это некоторое явление общества (например, экономическая система, правовая система). Социальное употребление термина обусловлено непохожестью и разнообразием человеческих обществ, формированием их составляющих: правовой, управленческой, социальной и других систем. Например, Наполеон Бонапарт констатировал: “Ничто не продвигается вперед при политической системе, в которой слова противоречат делам”.

Система — это совокупность установившихся норм жизни, правил поведения. Речь идет о некоторых нормативных системах, которые свойственны различным сферам жизни людей и общества (например, законодательная и моральная), выполняющих регулятивную функцию в обществе.

Таким образом, анализ многообразия употребления понятия «система» показывает, что оно имеет древние корни и играет очень важную роль в современной культуре, выступает интегралом современного знания, средством постижения всего сущего. Вместе с тем понятие не однозначно и не жестко, что делает его исключительно креативным.

С современной точки зрения системы классифицируются на целостные, в которых связи между составляющими элементами прочнее, чем связи элементов со средой, и суммативные, у которых связи между элементами одного и того же порядка, что и связи элементов со средой; органические и механические; динамические и статические; открытые и закрытые; самоорганизующиеся и неорганизованные и т.д. Отсюда может возникнуть вопрос о неорганизованных системах, правильнее сказать — совокупностях. Являются ли они системами? Да, и этому можно привести доказательства, исходя из следующих посылок:

- неорганизованные совокупности состоят из элементов;
- элементы определенным образом между собой связаны;
- эта связь объединяет элементы в совокупность определенной формы (куча, толпа и т.п.);

поскольку в такой совокупности существует связь между элементами, значит неизбежно проявление определенных закономерностей и, следовательно, временной или пространственный порядок.

Таким образом, все совокупности являются системами, более того, материя вообще проявляется в форме «систем», т.е. система — форма существования материи.

Каково же тогда различие между понятиями «система» и «объект», «вещь»? Казалось бы никакого. Однако система, являясь объектом, вещью и знанием, в то же время выступает чем-то сложным, взаимосвязанным, находящимся в самодвижении. Поэтому и категория «система», будучи философской категорией, в отличие от понятий «объект» и «вещь» отражает не что-то отдельное и неделимое, а противоречивое единство многого и единого.

Система как конкретный вид реальности находится в постоянном движении, в ней происходят многообразные изменения. Но заметим, что всегда имеется изменение, которое характеризует систему как ограниченное

материальное единство и выражается в определенной форме движения. По формам движения системы подразделяются на механические, физические, химические, биологические и социальные. Так как высшая форма движения включает в себя низшие, то системы помимо их специфических свойств имеют общие свойства, не зависящие от их природы. Эта общность свойств и позволяет определять понятием «система» самые разнородные совокупности.

## **2. Выполнить задание и описать способ его выполнения:**

Привести пример некоторой системы, указать ее связи с окружающей средой, входные и выходные параметры, возможные состояния системы, подсистемы. Пояснить на этом примере (т.е. на примере одной из задач), возникающих в данной системе конкретный смысл понятий «решить задачу» и «решение задачи». Поставить одну проблему для этой системы.

### **Решение.**

Система — ВУЗ.

Подсистемы — факультеты, кафедры, студенты, преподавательский состав, комплексы зданий и учебных помещений, бухгалтерия, студенческие общежития.

Связи с окружающей средой — государство и Министерство образования и науки (политика, законодательство), поставщики (коммунальные услуги, учебные материалы и оборудование), потребители (студенты).

Входные параметры — среднее общее или средне профессиональное образование, отсутствие или низкий уровень знаний и навыков, как профессиональных, так и социальных, обеспечение образования на платной или бюджетной основе.

Выходные параметры — высшее образование, адаптация к жизни в обществе, квалифицированный специалист без опыта работы.

Задача — сдать зачеты и экзамены в период сессии.

«Решить задачу» — получить положительные оценки по всем предметам подлежащим сдаче в период сессии, не выходя за рамки установленного периода времени.

«Решение задачи» — планомерное посещение всех видов теоретических и практических занятий в течении семестра, ответственное отношение студентов к изучению полученных теоретических сведений, самостоятельная систематическая подготовка по предметам, сведение к минимуму социальных проблем студенчества, отвлекающих от процесса обучения (таких как жилье, правильное питание и отсутствие собственных денежных средств), ведение здорового образа жизни студентами.

Проблема — некоторая часть студентов вынуждена прекращать обучение ввиду недостаточного количества времени, уделяемого на учебный процесс, из-за необходимости работать.



## **Ответы на контрольные вопросы.**

1. Каковы основные системные ресурсы общества?

Основными системными ресурсами общества являются вещество, энергия, информация, человек, организация, пространство и время.

2. Что характеризует каждый тип ресурсов по отношению к материи?

Каждый тип ресурсов характеризует определенную меру материи: вещество — как мера однородности материи, энергия — как мера необратимости материи, информация — как мера порядка, человек — как мера разума и интеллекта, организация — как мера упорядоченности ресурсов, пространство — как мера протяженности материи, время — как мера обратимости (необратимости) событий.

3. Что такое системный анализ?

Это совокупность понятий, методов, процедур и технологий для изучения, описания, реализации явлений и процессов различной природы и характера, междисциплинарных проблем; это совокупность общих законов, методов, приемов исследования таких систем.

4. Что входит в предметную область системного анализа?

Предметные аспекты системных процессов и системные аспекты предметных процессов и явлений.

5. Каковы основные системные методы и процедуры?

Абстрагирование и конкретизация, анализ и синтез, индукция и дедукция, формализация и конкретизация, композиция и декомпозиция, линеаризация и выделение нелинейных составляющих, структурирование и реструктурирование, макетирование, реинжиниринг, алгоритмизация, моделирование и эксперимент, программное управление и регулирование, распознавание и идентификация, кластеризация и классификация, экспертное оценивание и тестирование, верификация.

6. Что такое цель, структура, система, подсистема, задача, решение задачи, проблема?

Цель — образ несуществующего, но желаемого, с точки зрения задачи или рассматриваемой проблемы, состояния среды, т.е. такого состояния, которое позволяет решать проблему при данных ресурсах. Это описание, представление некоторого наиболее предпочтительного (с точки зрения поставленной цели и доступных ресурсов) состояния системы;

Структура — все то, что вносит порядок во множество объектов, т.е. совокупность связей и отношений между частями целого, необходимых для достижения цели;

Система – объект или процесс, в котором элементы-участники связаны некоторыми связями и отношениями;

Подсистема – часть системы с некоторыми связями и отношениями;

Задача – некоторое множество исходных посылок (входных данных к задаче), описание цели, определенной над множеством этих данных, и, может быть, описание возможных стратегий достижения этой цели или возможных промежуточных состояний исследуемого объекта;

Решение задачи – описание, представление состояния системы, при котором достигается указанная цель; решением задачи называют и сам процесс нахождения этого состояния;

Проблема – описание, хотя бы содержательное, ситуации, в которой определены: цель, достигаемые (достижимые, желательные) результаты и, возможно, ресурсы и стратегия достижения цели (решения). Проблема проявляется поведением системы.

#### 7. Каковы основные признаки и топологии систем?

Основные признаки системы:

целостность, связность или относительная независимость от среды и систем (наиболее существенная количественная характеристика системы).;

наличие подсистем и связей между ними или наличие структуры системы (наиболее существенная качественная характеристика системы);

возможность обособления или абстрагирования от окружающей среды, т.е. относительная обособленность от тех факторов среды, которые в достаточной мере не влияют на достижение цели;

связи с окружающей средой по обмену ресурсами;

подчиненность всей организации системы некоторой цели;

эмерджентность или несводимость свойств системы к свойствам элементов.

Основные топологии систем:

структура линейного типа;

структура иерархического типа;

структура сетевого типа;

структура матричного типа.

#### 8. Каковы их основные типы описаний?

Внутреннее, внешнее, морфологическое (структурное или топологическое), функциональное, информационное (информационно-логическое или инфологическое).

#### 9. Каковы этапы системного анализа?

Обнаружение проблемы (задачи).

Оценка актуальности проблемы.

Формулировка целей, их приоритетов и проблем исследования.  
Определение и уточнение ресурсов исследования.  
Выделение системы (из окружающей среды) с помощью ресурсов.  
Описание подсистем (вскрытие их структуры), их целостности (связей), элементов (вскрытие структуры системы), анализ взаимосвязей подсистем.  
Построение (описание, формализация) структуры системы.  
Установление (описание, формализация) функций системы и ее подсистем.  
Согласование целей системы с целями подсистем.  
Анализ (испытание) целостности системы.  
Анализ и оценка эмерджентности системы.  
Испытание, верификация системы (системной модели), ее функционирования.  
Анализ обратных связей в результате испытаний системы.  
Уточнение, корректировка результатов предыдущих пунктов.

10. Каковы основные задачи этих этапов?

Обнаружить проблему (задачу).  
Оценить актуальность проблемы.  
Сформулировать цели, их приоритеты и проблемы исследования.  
Определить и уточнить ресурсы исследования.  
Выделить системы (из окружающей среды) с помощью ресурсов.  
Описать подсистемы (вскрытие их структуры), их целостность (связей), элементы (вскрытие структуры системы), анализ взаимосвязей подсистем.  
Построить (описание, формализация) структуру системы.  
Установить (описание, формализация) функции системы и ее подсистем.  
Согласовать цели системы с целями подсистем.  
Провести анализ (испытание) целостности системы.  
Провести анализ и оценку эмерджентности системы.  
Испытать, верифицировать систему (системную модель), ее функционирование.  
Провести анализ обратных связей в результате испытаний системы.  
Уточнить, скорректировать результаты предыдущих пунктов.

## Практическая работа № 2

**Название:** Функционирование и развитие системы. Классификация систем.

### **Задание:**

Выполнить задание и описать способ его выполнения: Найти и описать две системы, у которых есть инвариант. Изоморфны ли эти системы?

### **Выполнение практической работы.**

Рассмотрим любые две программные системы, которые используют понятия «дата», «время», «возраст» и так далее. Например, это могут быть социальные сети — для записи дат рождения, дат событий. Это может быть приложение на смартфоне для напоминаний или, наоборот, для ведения дневника.

Очевидно, что в исходном коде программных продуктов будут присутствовать структуры, позволяющие сохранять в память и читать из памяти необходимую дату-время.

Предположим, в упрощенном виде, что данная структура позволяет записывать только дату, следовательно, она обладает полями, хранящими порядковое значение дня месяца, порядковое значение месяца года, год. Прочие нюансы, например, как даты до Р.Х., високосные года и прочие, оставим как несущественные для упрощения в данном задании.

Из выше сказанного получается, что для обозначения даты нам необходимо всего три числа: 1-ое хранит день месяца, 2-ое -номер месяца, а 3ье — год. Могут ли эти числа быть произвольными? Нет, в месяце количество дней от 28 до 31, а количество месяцев в году равно 12. Таким образом, мы получим следующую систему:

День	Месяц	Год
От 1 до 31	1, январь	Любой
От 1 до 29	2, февраль	Любой
От 1 до 31	3, март	Любой
От 1 до 30	4, апрель	Любой
От 1 до 31	5, май	Любой
От 1 до 30	6, июнь	Любой

От 1 до 31	7, июль	Любой
От 1 до 31	8, август	Любой
От 1 до 30	9, сентябрь	Любой
От 1 до 31	10, октябрь	Любой
От 1 до 30	11, ноябрь	Любой
От 1 до 31	12, декабрь	Любой

Таким образом, системы оперирующие датами как данными, не могут и не имеют права хранить «неправильные» данные, например, 32-ое мая. Проверка «правильности» вводимых данных должна присутствовать в системе, как отдельный модуль, функция, класс. При рассмотрении программного продукта как системы, а модуля проверки валидности вводимых дат как подсистемы программного продукта, следует ожидать одинаковых результатов работы подсистем валидации дат в различных системах независимо от способа их конкретных реализаций.

Получается, что логика определения «правильности» является инвариантом различных систем, использующих понятие даты. Развивая данную мысль, приходим к выводу, что инварианты в области программного обеспечения реализуются отдельными функциями, классами, пакетами или библиотеками.

Совпадение инвариантов является необходимым, но не достаточным условием наличия изоморфизма. При рассмотрении социальных сетей, например, «ВК» и «Одноклассники», видно, что внешне они имеют схожую структуру и функционал, присутствуют инварианты. Данные системы являются изоморфными.

Но приложения, использующие логику валидации дат (т.е. имеющих инвариант), но имеющие не тождественную структуру или функционал (социальная сеть и календарь), не являются изоморфными.

## **Ответы на контрольные вопросы.**

### **1. Как классифицируются системы?**

По отношению к окружающей среде, по происхождению, по описанию переменных, по типу описания закона (законов) функционирования, по способу управления.

### **2. Какая система называется большой?**

Система называется большой, если ее исследование или моделирование затруднено из-за большой размерности, т.е. множество состояний системы имеет большую размерность.

### **3. Какая система называется сложной?**

Система называется сложной, если в ней не хватает ресурсов (главным образом, информационных) для эффективного описания (состояний, законов функционирования) и управления системой – определения, описания управляющих параметров или для принятия решений в таких системах (в таких системах всегда должна быть подсистема принятия решения).

Сложной считают иногда такую систему, для которой по ее трем видам описания нельзя выявить ее траекторию, сущность, и поэтому необходимо еще дополнительное интегральное описание (интегральная модель поведения, или конфигуратор) – морфолого-функционально-инфологическое.

### **4. Чем определяется вычислительная сложность системы?**

Нехваткой ресурсов для эффективного прогноза, расчетов параметров системы, или затруднением их проведения из-за нехватки ресурсов

### **5. Чем определяется структурная, динамическая сложность системы?**

Структурная сложность системы определяется нехваткой ресурсов для построения, описания, управления структурой. Динамическая сложность системы определяется нехваткой ресурсов для описания динамики поведения системы и управления ее траекторией.

### **6. Каковы основные сходства и отличия функционирования и развития, развития и саморазвития системы?**

Сходство функционирования и развития системы: в обоих случаях система работает, происходит деятельность системы. Отличия функционирования и развития системы: при функционировании деятельность системы осуществляется без смены цели системы, при развитии цель системы изменяется.

Сходства развития и саморазвития системы: в обоих случаях система работает, происходит развитие системы. Отличия развития и саморазвития системы: при развитии изменение цели системы может происходить из внешних надсистем, параметры цели и результаты работы системы контроли-

руется, предоставляются необходимые ресурсы из вне; при саморазвитии, по определению, изменения системы происходят за счет собственных ресурсов, изменение цели может происходить как по внутренним причинам, так и по внешним.

7. В чем состоит гибкость, открытость, закрытость системы?

гибкость состоит в способности к структурной адаптации системы в ответ на воздействия окружающей среды;

открытость системы состоит в поддержании «расстояния» от состояния теплового равновесия – за счет потоков ресурсов (вещества, энергии, информации) и за счет самоорганизации, вследствие которой эти потоки существуют и направляются в соответствии с подчиненностью постоянно (от элементов – к подсистемам, от них – к системе), только в открытых системах может «рождаться» информация;

закрытость системы состоит в невозможности «рождения» и хранения информации в структурах системы, так как, согласно 2-му закону термодинамики, закрытие системы всегда приводит к состоянию теплового равновесия.

8. Какие системы называются эквивалентными?

Системы называются эквивалентными, если они имеют одинаковые цели, составляющие элементы, структуру. Между такими системами можно установить отношение некоторым конструктивным образом.

9. Что такое инвариант систем?

Инвариант систем — это структура (часть структуры, свойство, величина), которой обладают (содержат) две или более эквивалентные системы.

10. Что такое изоморфизм систем?

Изоморфизм — это отношение тождества систем в каком-либо структурном или функциональном аспекте.

## Практическая работа № 3

**Название:** Система, информация, знания. Меры информации в системе.

### **Задание:**

Выполнить задание и описать способ его выполнения: Построить тактику изучения (исследования) эпидемии гриппа в городе только эмпирическими (теоретическими, смешанными) методами?

### **Выполнение практической работы.**

**Эпидемия** — это прогрессирующее распространение заболевания среди людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости и способное стать причиной чрезвычайной ситуации.

**Эпидемический порог** — это предельное количество случаев заболевания какой-либо болезнью, превышение которого расценивается как начало эпидемии.

### **Тактика изучения эпидемии гриппа в городе эмпирическими методами.**

1. Наблюдение и сбор данных из поликлиник города о случаях:
  - обращения населения к врачам с симптомами гриппа;
  - поставленного диагноза «грипп» (ОРВИ, ОРЗ и т.д.), назначенных медицинских препаратах и процедурах;
  - госпитализации с симптомами гриппа;
  - описание сопровождающих симптомов;
  - выздоровления и выписки из медицинских учреждений;
  - вакцинации от гриппа.
2. Сравнение:
  - тяжести симптомов в различных случаях (возраст, пол, хронические заболевания и др.);
  - результатов лечения при назначении разных медицинских препаратов;
3. Измерение:
  - количества заболевших (с учетом вакцинации);
  - количества выздоровевших (с учетом вакцинации);
  - количества летальных случаев (с учетом вакцинации);



- вычисление скорости распространения заболевания;
- преодоление эпидемического порога (начало эпидемии и ее завершение);
- сравнение с предыдущим периодом сезонной эпидемии.

#### 4. Эксперимент:

- оценка качества и эффективности профилактики сезонных заболеваний и вакцинации в различных городских округах;
- оценка эффективности лечения различными медицинскими препаратами в различных;
- оценка эффективности карантинных мероприятий.

## Ответы на контрольные вопросы.

### 1. Что такое мера информации?

Мера информации — это непрерывная действительная неотрицательная функция, возвращающая числовую величину, адекватно характеризующую актуализируемую информацию по разнообразию, сложности, структурированности (упорядоченности), определенности, выбору состояний отображаемой системы, определенная на множестве событий и являющаяся аддитивной.

### 2. Каковы общие требования к мерам информации?

Меры могут быть статические и динамические, в зависимости от того, какую информацию они позволяют оценивать: статическую (не актуализированную; на самом деле оцениваются сообщения без учета ресурсов и формы актуализации) или динамическую (актуализированную т.е. оцениваются также и затраты ресурсов для актуализации информации).

### 3. В чем смысл количества информации по Хартли и Шеннону?

Формула Хартли  $H = k \log_a N$  отвлечена от семантических и качественных, индивидуальных свойств рассматриваемой системы (качества информации в проявлениях системы, с помощью рассматриваемых  $N$  состояний системы). Это основная и положительная сторона формулы. Но имеется основная и отрицательная ее сторона: формула не учитывает различимость и различность рассматриваемых  $N$  состояний системы.

Формула Шеннона  $I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$ . Для случая равномерного закона распределения плотности вероятности мера Шеннона совпадает с мерой Хартли  $I = \log_2 n$ . Справедливость и достаточная универсальность формул Хартли и Шеннона подтверждается и данными нейropsychологии.

### 4. Какова связь количества информации и энтропии, хаоса в системе?

Меру информации по Шеннону  $I = \log_2 n$  можно понимать как информационную энтропию. Нулевой энтропии соответствует максимальная информация.

Основное соотношение между энтропией и информацией  $I + S(\log_2 e)/k = \text{const}$ .

### 5. Какова термодинамическая мера информации?

Пусть дана термодинамическая система (процесс)  $S$ , а  $H_0$ ,  $H_1$  — термодинамические энтропии системы  $S$  в начальном (равновесном) и конечном состояниях термодинамического процесса, соответственно. Тогда термодинамическая мера информации (негэнтропия) определяется формулой:

$$H(H_0, H_1) = H_0 - H_1.$$

6. Какова квантово-механическая мера информации?

Энергоинформационная (квантово-механическая) мера определяется как  $f: A \rightarrow B$ , где  $A$  – именованное множество с носителем так называемого «энергетического происхождения», а  $B$  – именованное множество с носителем «информационного происхождения».

7. Как классифицируется информация?

по отношению к конечному результату (исходная, промежуточная, результирующая);

по изменчивости при актуализации (постоянная, переменная, смешанная – условно-постоянная);

по стадии использования (первичная, вторичная);

по полноте (избыточная, достаточная, недостаточная);

по отношению к цели системы (синтаксическая, семантическая, прагматическая);

по отношению к элементам системы (статическая, динамическая);

по отношению к структуре системы (структурная, относительная);

по отношению к управлению системой (управляющая, советующая, преобразующая);

по отношению к территории (федеральная, региональная, местная, относящаяся к юридическому лицу, относящаяся к физическому лицу);

по доступности (открытая или общедоступная, закрытая или конфиденциальная);

по предметной области, по характеру использования (статистическая, коммерческая, нормативная, справочная, научная, учебная, методическая и т.д., смешанная).

8. Чем отличается информация от сообщения?

Информация – это содержание сообщения, а сообщение – это форма проявления или актуализации информации.

9. Каковы основные эмпирические методы получения информации?

наблюдение – сбор первичной информации или эмпирических утверждений о системе (в системе);

сравнение – установление общего и различного в исследуемой системе или системах;

измерение – поиск, формулирование эмпирических фактов;

эксперимент – целенаправленное преобразование исследуемой системы (систем) для выявления ее (их) свойств.

Кроме классических форм их реализации, в последнее время используются и такие формы как опрос, интервью, тестирование и другие.

10. Каковы основные теоретические методы получения информации?

восхождение от абстрактного к конкретному – получение знаний о системе на основе знаний о ее абстрактных проявлениях в сознании, в мышлении;

идеализация – получение знаний о системе или о ее подсистемах путем мысленного конструирования, представления в мышлении систем и/или подсистем, не существующих в действительности;

формализация – получение знаний о системе с помощью знаков или же формул, т.е. языков искусственного происхождения, например, языка математики (или математическое, формальное описание, представление);

аксиоматизация – получение знаний о системе или процессе с помощью некоторых, специально для этого сформулированных аксиом и правил вывода из этой системы аксиом;

виртуализация – получение знаний о системе созданием особой среды, обстановки, ситуации (в которую помещается исследуемая система и/или ее исследующий субъект), которую реально, без этой среды, невозможно реализовать и получить соответствующие знания.

## Практическая работа № 4

**Название:** Система и управление. Информационные системы. Информация и самоорганизация систем.

### **Задание:**

Выполнить задание и описать способ его выполнения: Описать, что есть самоорганизация в живой природе. Привести пример самоорганизующейся системы и на её основе пояснить синергетические принципы И. Пригожина (предварительно ознакомившись с ними).

### **Выполнение практической работы.**

Процесс самоорганизации в живой природе является типичным процессом, так как сама жизнь возникла в результате самоорганизации неорганической материи. Живые организмы являются сильно неравновесными системами и потребляют энергию и вещество из окружающей среды. Образование популяций и биосфер также является примером процесса самоорганизации. **Мозг человека** с процессами творчества и мышления тоже рассматривается в качестве самоорганизующейся системы.

В общественной жизни в качестве диссипативной системы рассматривается экономика, где аналогичную диссипации функцию выполняет конкуренция. На сегодняшний день понятия и образы синергетики активно применяются в процессе исследования идеальных образований, таких как язык, искусство, знание и т.д.

Благодаря синергетике можно рассмотреть универсальную схему процесса эволюции, которая выглядит следующим образом.

На начальной стадии эволюции происходит медленное развитие свойств системы. Данный процесс является достаточно предсказуемым. В определенный момент происходит кумуляция внутренних сил либо внешнее воздействия доходит до критического значения, либо оба этих процесса вместе. При этом происходит быстрое изменение параметров системы, а состояние системы, ранее стабильное, резко снижает степень стабильности. В такой ситуации даже малейшее воздействие способно перевести этап эволюции на новый путь, а развитие потом пойдет по другой линии. Снова наступит спокойный участок, который затем в определенный момент вновь сменится новым бифуркационным процессом.

### **Основные синергетические принципы И. Пригожина:**

принцип эволюции системы, необратимости процессов ее развития — мозг здорового человека может только усложнять свою структуру;

принцип возможного решающего воздействия (при определенном стечении обстоятельств) малых изменений поведения системы на ее эволюцию — при развитии мозга человеческого эмбриона любое внешнее воздействие может оказать на него негативное влияние (например, болезнь матери, вредные привычки или даже стресс);

принцип множественности (или многовариантности) путей развития системы и возможности выбора оптимальных из них — каждый человек годеи сам стать тем, кем захочет;

принцип невмешательства в процессы самоуправляемого развития и непредсказуемости эволюционного поведения системы и, в то же время, — учёт возможности организовать управляющие воздействия на ресурсы и процессы в системе;

принцип учета стохастичности и неопределенности процессов (поведения систем);

принцип взаимовоздействия усложнения организации, устойчивости и темпов развития систем;

принцип учета факторов стабильности и нестабильности системы (возникновения устойчивости из неустойчивого поведения), порядка и хаоса в системе (возникновения порядка из хаоса), определенности и неопределенности;

принцип взаимовлияния устойчивости среды отдельной подсистемы или элемента (микросреды) и процессов во всей системе (макросреды).

Значительный вклад в понимание хаоса внес И. И. Пригожин, который разработал его концепцию на примере организации физико-химических систем. Суть взглядов И. И. Пригожина заключается в следующих положениях:

1. Хаос рассматривается как носитель возможной упорядоченности, как созидательное начало, конструктивный механизм эволюции. Отсюда процесс развития выступает формированием порядка из хаоса, которое представляет собой процесс самоорганизации под воздействием многообразных факторов. Хаотические колебания, возникающие в системах, — предвестники и спутники изменений уклада системы.

2. Хаос — динамическое изменчивое явление. В нем постоянно образуются флуктуации, которые представляют собой случайные отклонения величин, характеризующих систему, состоящую из большого числа частиц, от их среднего значения. Флуктуации стремятся вывести систему из равновесия, стараются завладеть ею, что приводит к разрушению прежних

структур и переходу системы в новое состояние.



3. Переход в новое состояние осуществляется через точки бифуркации, которые выступают как ситуации раздвоения, когда перед системой открываются различные варианты развития. В точке бифуркации система как бы делает выбор, который определяет ее дальнейшую эволюцию. При этом переход через бифуркацию случаен. И. И. Пригожин отмечал: “Когда система, эволюционируя, достигает точки бифуркации, детерминистическое описание становится непригодным. Флуктуация вынуждает систему выбирать ту ветвь, по которой будет проходить дальнейшая эволюция системы. Переход через бифуркацию — такой же случайный процесс, как бросание монеты. Существование неустойчивости можно рассматривать как результат флуктуации, которая сначала была локализована в малой части системы, а затем распространилась и привела к новому макроскопическому состоянию”. Переход на более высокий уровень упорядоченности получил название диссипативной структуры.

4. Концепция И. И. Пригожина дает убедительные объяснения с точки зрения изменения хода времени в системах и ускорения развития. Возникновение флуктуации, по сути, представляет собой зарождение новой системы, ее времени и временных характеристик. Развитие нелинейных

процессов, возрастание роли новых структур, заполнение ими пространства системы вызывает процессы ускорения развития.

5. Процессы саморазвития в сложных системах исследуются общенаучной теорией самоорганизации — синергетикой, которая направлена на поиск законов эволюции открытых неравновесных систем любой природы. Термин “синергетика” введен в оборот немецким исследователем Г. Хагеном, который рассматривает ее как междисциплинарную науку, связанную с различными областями физики, химии, биологии, кибернетики. Синергетика исследует такие взаимодействия элементов системы, которые приводят к возникновению пространственных, временных или пространственно-временных структур в макроскопических масштабах.



## **Ответы на контрольные вопросы.**

### **1. Что такое управление системой и управление в системе?**

Управление системой – это выполнение внешних функций управления, обеспечивающих необходимые условия функционирования системы.

Управление в системе – внутренняя функция системы, осуществляемая независимо от того, каким образом, какими элементами системы она должна выполняться.

### **2. Укажите функции и задачи управления системой.**

организация системы – полное, качественное выделение подсистем, описание их взаимодействий и структуры системы (как линейной, так и иерархической, сетевой или матричной);

прогнозирование поведения системы, т.е. исследование будущего системы;

планирование (координация во времени, в пространстве, по информации) ресурсов и элементов, подсистем и структуры системы, необходимых (достаточных – в случае оптимального планирования) для достижения цели системы;

учет и контроль ресурсов, приводящих к тем или иным желаемым состояниям системы;

регулирование – адаптация и приспособление системы к изменениям внешней среды;

реализация тех или иных спланированных состояний, решений.

### **3. В чем состоит принцип Эшби?**

управляющая подсистема системы должна иметь более высокий уровень организации (или большее разнообразие, больший выбор), чем управляемая подсистема, т.е. многообразие может быть управляемо (разрушено) лишь многообразием.

### **4. Каковы типы устойчивости систем?**

Структурный, динамический, вычислительный, алгоритмический, информационный, эволюционный, самоорганизационный, асимптотический и связной типы устойчивости.

### **5. Как связаны сложность и устойчивость системы?**

Чем сложнее система, тем большее количество факторов, приводящих ее к неравновесному состоянию, будут влиять на систему, следовательно, устойчивость системы снижается.

### **6. Какова взаимосвязь функции и задач управления системой?**

Функции и задачи управления системой взаимосвязаны, а также взаимозависимы, например, нельзя осуществлять полное планирование в экономической системе без прогнозирования, учета и контроля ресурсов, без

анализа спроса и предложения – основных регуляторов рынка. Экономика любого государства – всегда управляемая система, хотя подсистемы управления могут быть организованы по-разному, иметь различные элементы, цели, структуру, отношения.

7. Что такое когнитология?

Когнитология – это междисциплинарное (философия, нейропсихология, психология, лингвистика, информатика, математика, физика и др.) научное направление, изучающее методы и модели формирования знания, познания, универсальных структурных схем мышления.

8. Что такое когнитивная схема (решетка)?

Когнитивная схема (карта) ситуации представляет собой ориентированный взвешенный граф, который строится по правилам:

вершины взаимно однозначно соответствуют выделенным факторам ситуации, в терминах которых описываются процессы в ситуации;

выявляются и оцениваются (положительное влияние, отрицательное влияние) причинно-следственные связи выделенных факторов друг на друга.

9. Что такое информационная система?

Информационная система – система, в которой ее элементы, цель, ресурсы, структура (организация) рассматриваются, в основном, на информационном уровне (хотя, имеются и другие уровни рассмотрения).

10. Что такое информационная среда?

Информационная среда – это среда (т.е. система и ее окружение) из взаимодействующих информационных систем, включая и информацию, актуализируемую в этих системах.

11. Что такое информационная система управления?

Информационная система управления – система, предназначенная для управления, – как другой системой, так и внутри системы (т.е. в качестве управляющей подсистемы).

12. Укажите типы информационных систем.

Диалоговая система обработки запросов; система информационного обеспечения; система поддержки принятия решений; интегрированная, программируемая система принятия решения; экспертные системы; интеллектуальные системы, или системы, основанные на знаниях.

13. В чем суть системного проектирования информационной системы?

Суть системного проектирования информационной системы, по моему мнению, состоит, в первую очередь, в определении актуальной проблемы (или комплекса проблем), которую призвана решить разрабатываемая система, и просчета необходимых ресурсов для внедрения системы, т.е. оправ-

дывает ли цель средства? Если же сначала мы внедряем технологию, а потом смотрим на открывшиеся нам возможности, то велика вероятность получить неопределенное количество новых «актуальных проблем», для решения которых опять же требуется разработка и внедрение очередной информационной системы, либо доработка существующей, т.е. замкнутый круг.

14. Что такое жизненный цикл информационной системы?

Совокупность стадий и этапов, которые проходит информационная система в своем развитии от момента принятия решения о создании системы до момента прекращения функционирования системы, называется жизненным циклом информационной системы.

15. Что такое самоорганизация?

Самоорганизация – это образование пространственной, временной, информационной или функциональной организации, структуры (точнее, стремление к организованности, к образованию новой структуры) за счет внутренних ресурсов системы в результате целеполагающих взаимодействий с окружением системы.

16. Что такое самоорганизующаяся система?

Система является самоорганизующейся, если она без целенаправленного воздействия извне (с целью создания или изменения структуры системы) обретает пространственную, временную, информационную или функциональную структуру.

17. Является ли любая система самоорганизующейся?

Самоорганизации любой системы не происходит, для этого необходимо управляющее воздействие. Самоорганизация – лишь возможный путь развития, эволюции системы.

18. Какие системы всегда приводят к самоорганизации?

Естественные системы, развивающиеся эволюционно.

19. Каковы основные аксиомы информационной синергетики?

развитие (эволюция) системы определяется некоторой целью и информационными ресурсами системы, ее информационной открытостью;

при стремлении к цели система воспринимает входную информацию, которая используется и для изменения внутренней структуры самой системы, внутрисистемной информации;

изменение внутрисистемной информации происходит таким образом, чтобы увеличивалась негэнтропия (мера порядка) системы, уменьшалась энтропия (мера беспорядка) в системе;

любое изменение внутренней структуры системы или внутрисистемной информации оказывает воздействие на выходную информацию системы (т.е.

на окружающую среду системы); внутренняя энтропия изменяет внешнюю энтропию системы.

20. Каковы основные синергетические принципы И. Пригожина?

принцип эволюции системы, необратимости процессов ее развития;

принцип возможного решающего воздействия (при определенном стечении обстоятельств) малых изменений поведения системы на ее эволюцию;

принцип множественности (или многовариантности) путей развития системы и возможности выбора оптимальных из них;

принцип невмешательства в процессы самоуправяемого развития и непредсказуемости эволюционного поведения системы и, в то же время, – учёт возможности организовать управляющие воздействия на ресурсы и процессы в системе;

принцип учета стохастичности и неопределенности процессов (поведения систем);

принцип взаимовоздействия усложнения организации, устойчивости и темпов развития систем;

принцип учета факторов стабильности и нестабильности системы (возникновения устойчивости из неустойчивого поведения), порядка и хаоса в системе (возникновения порядка из хаоса), определенности и неопределенности;

принцип взаимовлияния устойчивости среды отдельной подсистемы или элемента (микросреды) и процессов во всей системе (макросреды).