

Министерство образования и науки Российской Федерации
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой РЭТЭМ
_____ В.И. Туев
«___» _____ 2014 г.

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере
Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлениям
280700.62 «Техносферная безопасность» и
022000.62 «Экология и природопользование»

Разработчик:
Доцент кафедры РЭТЭМ, к.б.н.
_____ Н.Н. Несмелова
«___» _____ 2014 г.

2014

Оглавление

Лабораторный практикум	3
Лабораторная работа 1. Детерминированные модели. Моделирование динамики популяции при неограниченных ресурсах	3
Лабораторная работа № 2. Исследование нелинейных свойств детерминированной модели. Моделирование динамики популяции при ограниченных ресурсах	4
Лабораторная работа № 3. Вероятностные модели. Моделирование случайных процессов в техносфере с использованием цепей Маркова.....	5
Лабораторная работа № 4. Моделирование техносферных систем с использованием ориентированных графов.....	6
Практические работы	9
Практическая работа № 1. Системы, свойства систем	9
Практическая работа № 2. Развитие системных представлений (семинар)	10
Деловая игра «Системный подход к принятию решений».....	12
Материалы для подготовки к тестовому контролю	18

Лабораторный практикум

Лабораторная работа 1. Детерминированные модели. Моделирование динамики популяции при неограниченных ресурсах

Цель работы: на примере моделирования динамики численности популяции в условиях неограниченных ресурсов получить навыки работы с математическими моделями.

Теоретические сведения. Популяция представляет собой целостную совокупность особей j -го вида организмов, населяющих определенную территорию в течение продолжительного времени и взаимодействующих с другими популяциями.

Для характеристики популяции используют следующие параметры: плотность численности ($1/m^2$) ($1/m^3$); удельная рождаемость (1/время); удельная смертность (1/время); плодовитость; удельная скорость изменения численности (1/время); биотический потенциал вида (1/время); показатель возрастного распределения; выживаемость, функции выживаемости; динамика численности во времени и в пространстве; генетическая приспособленность и др.

Для описания динамики популяции во времени используем математическое моделирование. Рассмотрим популяцию j -го вида живых организмов, которые размножаются в течение всего года. В качестве огрубления применим метод полного внутрипопуляционного агрегирования, согласно которому популяция состоит из некоторого числа особей и характеризуется плотностью числа особей (x_j). При этом пренебрегаем различиями между полами и отдельными особями. Будем считать, что экологические ресурсы вида неограниченны.

Модель динамики численности популяции в общем виде выглядит следующим образом: $dx_j/dt = V_j - D_j + I_j - E_j$, где V_j – скорость размножения, D_j – гибели, I_j – иммиграции, E_j – эмиграции особей популяции.

Для простоты рассмотрим полностью изолированную популяцию, где $I_j - E_j = 0$. Тогда $dx_j/dt = V_j - D_j$, где V_j и D_j линейно зависят от плотности, то есть: $V_j = b_j * x_j$; $D_j = d_j * x_j$.

Кроме того, на V_j и D_j влияют экзогенные факторы. При постоянстве этих факторов: $dx_j/dt = (b_j - d_j) * x_j$, где b_j – удельная рождаемость, а d_j – удельная смертность особей популяции.

Введем в модель параметр $r_j = b_j - d_j$, который отражает удельную скорость изменения численности популяции. Тогда $dx_j/dt = r_j * x_j$.

В результате интегрирования получим математическую модель, позволяющую определить плотность числа особей популяции в произвольный момент времени, зная исходную плотность (x_{j0}), удельную скорость изменения численности (r_j) и промежуток времени (t), в течение которого происходит изменение численности:

$$x_j(t) = x_{j0} * \exp(r_j * t).$$

Задание:

- с использованием персонального компьютера (пакет Excel) воспроизвести математическую модель динамики численности популяции в условиях неограниченных ресурсов, изучить возможности модели для оценки жизнеспособности популяции и прогнозирования ее численности;
- построить кривые роста численности популяций следующих видов: гидра ($r = 0,21$ сутки⁻¹), бразильский муравей ($r = 0,37$ месяц⁻¹), белохвостый олень ($r = 0,55$ год⁻¹); дикий северный олень ($r = 0,19$ год⁻¹);
- на остров площадью 10 км² завезены короткохвостые полевки в количестве 10 особей. С помощью модели динамики численности популяции в условиях неограниченных ре-

сурсов рассчитать, через сколько месяцев плотность вида превысит значение 1 особь/м² ($r=4,56 \text{ год}^{-1}$). Сколько особей достаточно выпустить на остров, чтобы это значение было достигнуто за 12 месяцев?

- экспериментируя с моделью, выяснить, от чего зависит динамика численности популяции в условиях неограниченных ресурсов, при каких условиях будет наблюдаться рост численности, снижение численности, стабильная численность популяции;
- составить отчет, включающий: конспективное изложение теоретической части, описание модели, графики роста численности популяций конкретных видов, решение задачи, выводы по результатам экспериментов с моделью.

Лабораторная работа № 2. Исследование нелинейных свойств детерминированной модели. Моделирование динамики популяции при ограниченных ресурсах

Цель работы: на примере моделирования динамики численности популяции с дискретным размножением при ограниченной емкости окружающей среды исследовать поведение простой детерминированной нелинейной модели динамической системы.

Теоретические сведения. Большинство явлений природы по сути своей нелинейны. Основные понятия теории нелинейных явлений можно изучить на примере задачи из области теоретической экологии. Многие биологические системы состоят из одного поколения, которое не перекрывается ни с предыдущим, ни с последующим. В качестве примера можно представить остров с популяцией насекомых, которые откладывают яйца летом, а на следующее лето выводятся новые особи. Поскольку процесс развития такой популяции дискретен, более уместно описывать развитие популяции разностными, а не дифференциальными уравнениями. Простейшая модель записывается в виде: $P_{n+1}=a \cdot P_n$, где a – константа.

Если $a > 1$, то плотность каждого поколения будет в a раз больше, чем предыдущего. Это приводит к геометрическому росту и, в конце концов, к неограниченной численности популяции. Более реалистичная модель должна учитывать емкость окружающей среды, прирост численности в такой модели должен зависеть от плотности популяции предыдущего поколения.

$$P_{n+1} = a \cdot P_n - b \cdot P_n^2 = P_n \cdot (a - b \cdot P_n)$$

В этой модели $a \cdot P_n$ – естественный прирост популяции, а $b \cdot P_n^2$ – уменьшения прироста за счет действия механизмов регуляции численности (например, из-за ограниченности пищевой базы или распространения болезней в результате перенаселения).

Проведя несложные преобразования, модель можно привести к более удобному виду:

$$X_{n+1} = 4 \cdot r \cdot X_n \cdot (1 - X_n), \text{ где } r \text{ – параметр скорости роста популяции.}$$

Преимущество данной модели в том, что ее поведение определяется единственным параметром r , который можно изменять, чтобы исследовать свойства модели. Изменения r и X_n должны оставаться в пределах от 0 до 1, чтобы X_{n+1} не стало отрицательным. Поскольку полученная функция переводит одну точку отрезка в другую точку того же самого отрезка (от 0 до 1), такая функция называется одномерным отображением. Последовательность значений X называется траекторией или орбитой отображения.

Задание:

1. С использованием персонального компьютера (пакет Excel) воспроизвести модель динамики популяции с дискретным размножением при ограниченной емкости среды. Изучить поведение модели при $r=0,1$; при $r=0,6$; при $r=0,8$; при $r=0,9$. Построить графики динамики численности популяций для 16 последовательных поколений. Качественно охарактеризовать динамику численности каждой популяции. Какие этапы можно выделить на большинстве графиков? Выделите области переходного и установившегося режимов.

2. Изучите динамическое поведение модели при $r=0,2$ и при $r=0,24$ при разных исходных значениях X . Покажите, что $x=0$ является устойчивой неподвижной точкой. При малых значениях r значения функции сходятся к 0 независимо от начального значения.

3. Изучите поведение модели при $r=0,26$; $r=0,5$; $r=0,7$. Сходится ли процесс к $x=0$? Покажите, что через много поколений значения X постоянны, то есть динамический режим является стационарным и имеет период равный 1. Зависят ли значения X в стационарном режиме от начальных значений?

4. Изучите поведение модели при $r=0,76$; $r=0,8$; $r=0,86$. Покажите, что если $r>0,75$, то после переходного режима X колеблется между двумя значениями, то есть вместо одной неподвижной точки имеется устойчивый цикл с периодом 2. Значения, которые принимает X , образуют устойчивый аттрактор с периодом 2. Определите с точностью до 0,01 точку бифуркации, то есть значение r , при котором происходит разделение единственной устойчивой точки на две.

5. Область значений $r>0,893$ называется хаотическим режимом, при котором две близкие начальные точки разбегаются по разным траекториям после небольшого числа итераций. В качестве примера возьмите начальные точки $X=0,500$ и $X=0,501$. Через сколько поколений численность популяций будет различаться более чем на 10%?

6. Отчет по работе должен включать: конспективное изложение теории, описание модели, графики роста численности популяций при разных значениях параметров, выводы по результатам экспериментов с моделью.

Лабораторная работа № 3. Вероятностные модели. Моделирование случайных процессов в техносфере с использованием цепей Маркова

Цель работы: закрепить и расширить знания о принципах моделирования стохастических процессов на основе теории марковских цепей.

Теория. Для удобства изучения цепей Маркова их полезно разделить на классы таким образом, чтобы различные классы обладали своими особыми свойствами. Перед тем, как начать классификацию, введем ряд определений. Множество состояний является **замкнутым**, если, однажды попав в него, цепь Маркова никогда его не покинет, то есть вероятность перехода из этого множества состояний в какое-либо иное состояние равна 0. Замкнутое множество состояний называется **эргодическим**, если никакое его подмножество не замкнуто. Если цепь Маркова находится в состоянии, принадлежащем эргодическому множеству, она никогда не сможет его покинуть. **Неустойчивым, или переходным** множеством состояний называется такое множество, покинув которое цепь уже не может в него вернуться. Если в цепи нет неустойчивых состояний, такая цепь называется **эргодической**. Изучение цепей Маркова с неустойчивыми состояниями можно разбить на две части: этап перед входом в эргодическое множество и последующий этап. Как только система вошла в эргодическое множество, она уже никогда не сможет его покинуть, и мы можем рассматривать ее поведение в этом множестве так, как если бы имели дело с эргодической цепью. До входа в эргодическое множество мы можем игнорировать его структуру, объединив все состояния этого множества в одно **поглощающее состояние**. Таким образом, как правило, изучение первого этапа истории цепи Маркова можно свести к исследованию цепи, где эргодические множества состоят каждое из единственного элемента. Такая марковская цепь называется **поглощающей цепью** или цепью с поглощающими состояниями.

Задача № 1. Рассмотрим элементарную модель прохождения молекулы фосфора через экосистему «Пастбище». Для простоты примем во внимание лишь четыре возможных состояния молекулы. В исходном состоянии молекула находится в почве (u_1). Далее она может быть абсорбирована каким-либо растением и перейти в травяной покров (u_2), выйти из экосистемы в результате эрозии почвы и выветривания (u_4) или остаться в почве. Из

травяного покрова молекула может в результате гибели и разложения растений вернуться в почву, может в результате поедания травы скотом перейти в организм животного (u_3), либо остаться в травяном покрове. Из организма животного молекула также может вернуться в почву вместе с выделениями, может выйти из экосистемы при отправке скота на рынок или же остаться в организме животного в пределах экосистемы. Таким образом, находясь в одном из состояний молекула может переходить в другие состояния. Однако, как только молекула вышла из экосистемы, обратно она уже не возвращается. Матрица переходов для описанной модели приведена в таблице 1. Аналогичные модели можно построить для любого из пестицидов.

Табл.1

Матрица переходов для прохождения молекулы фосфора через экосистему «Пастбище»

	u_1	u_2	u_3	u_4
u_1	$3/5$	$3/10$	0	$1/10$
u_2	$1/10$	$2/5$	$1/2$	0
u_3	$3/4$	0	$1/5$	$1/20$
u_4	0	0	0	1

Задания.

- 1) Определить, является ли модель прохождения молекулы фосфора через экосистему «Пастбище» марковской цепью и почему. К какому классу марковских цепей можно отнести данную цепь? Определить множества неустойчивых и поглощающих состояний для этой цепи.
- 2) Изобразить переходный ориентированный граф для модели прохождения молекулы фосфора через экосистему «Пастбище».
- 3) Построить имитационную модель для прохождения молекулы фосфора через экосистему «Пастбище» с помощью пакета Excel.
- 4) Считая, что переход молекулы в новое состояние происходит 1 раз в сутки, определить, какой период времени в среднем молекула находится в экосистеме после внесения в почву.
- 5) Определить, с какой вероятностью молекула фосфора покинет экосистему через неделю после внесения в почву.

Задача № 2. Владелец небольшого завода утверждает, что большая часть стоков его предприятия, спускаемых в проходящую рядом реку, очень быстро выносятся в море. Более того, он утверждает, что вероятность выноса в море в течение одних суток какой-либо молекулы ртути, обнаруженной в стоках его завода, равна 0,999. Если же эта молекула остается на месте через несколько дней, то вероятность ее выноса в море в течение суток остается равной 0,999. Предполагается, что молекулы, вынесенные к морю, обратно не возвращаются. **Задание.**

- 1) Пусть некоторая молекула ртути была помечена и в течение нескольких дней мы можем следить за ее присутствием или отсутствием в системе очистных сооружений завода. Обладает ли такая последовательность наблюдений свойствами марковской цепи? К какому классу марковских цепей можно ее отнести? Определить неустойчивые и поглощающие состояния в этой цепи.
- 2) Изобразить переходную матрицу и переходный оргграф для данной цепи.

Лабораторная работа № 4. Моделирование техносферных систем с использованием ориентированных графов

Цель работы: Познакомиться с принципами моделирования импульсных процессов в сложных системах на основе использования ориентированных графов.

Теоретические сведения. Анализ многих важных для человеческого общества проблем, в частности, экологических, затрагивает чрезвычайно сложные системы, которые содержат большое число взаимодействующих переменных. При математическом моделировании таких систем приходится искать компромисс между требованием к точности результатов моделирования и возможностью получить подробную информацию, необходимую для построения модели. Ориентированные графы (орграфы) можно использовать для моделирования сложных систем на основе минимальной информации.

Знаковый орграф как средство моделирования сложной системы. Существенные для решаемой проблемы переменные рассматриваются как вершины орграфа. От переменной U к переменной V проводится дуга, если изменение U непосредственно влияет на значение V . Эта дуга имеет положительный знак, если увеличение U ведет, при прочих равных условиях, к росту V , а уменьшение U – к снижению V (эффект “усиления”). Дуга имеет отрицательный знак, если рост U приводит к снижению V , а снижение U – к росту V (эффект «торможения»).

Пример. Рассмотрим знаковый орграф, который описывает существенные связи между группой переменных, относящихся к проблеме удаления из городов твердых отходов (Maguama, 1963). Этот орграф представлен в виде **матрицы смежности**, в которой строки и столбцы соответствуют вершинам орграфа, а цифры на пересечении строки и столбца характеризуют дуги между этими переменными (0 – отсутствие дуги; 1 – положительная дуга; -1 – отрицательная дуга). Строки – влияющие переменные, столбцы – переменные, влияние на которые рассматривается.

Вершины: 1 – число жителей города (P);

2 – улучшение условий жизни в городе (M);

3 – миграция в город (C);

4 – количество очистных сооружений (S);

5 – количество заболеваний (D);

6 – бактериологическая зараженность на единицу территории (B);

7 – количество мусора на единицу площади (G).

	P	M	C	S	D	B	G
P	0	1	0	0	0	0	1
M	0	0	1	1	0	0	0
C	1	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	-1	-1	0	0
D	-1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	1	0	0
G	0	0	0	0	0	1	0

Используя данную матрицу, постройте в тетрадах знаковый орграф и рассмотрите его.

Дуга (P,G) положительна, поскольку рост городского населения ведет, при прочих равных условиях, к увеличению количества мусора. Дуга (D,P) отрицательна, поскольку рост болезней ведет к уменьшению городского населения, а снижение заболеваемости ведет к росту населения. Остальные знаки определяются путем аналогичных рассуждений.

Следует отметить, что четыре переменные P, G, B и D образуют **контур, противодействующий отклонению (контур отрицательной обратной связи)**. Увеличение любой переменной в данном контуре приводит к конечному счете, через другие переменные, к ее снижению и наоборот (Чем больше людей, тем больше отходов, тем больше бактерий, тем больше болезней, тем меньше людей и т.д.). С другой стороны, переменные P, M и C образуют **контур, усиливающий отклонения (контур положительной обратной связи)**. Чем больше население, тем больше требования к улучшению условий жизни, чем больше

мероприятий по улучшению условий жизни, тем сильнее миграция в город, тем больше городское население. Увеличение или уменьшение любой переменной в данном контуре приводит к ее дальнейшему увеличению (уменьшению).

Тип контура легко определить, используя следующее правило: **контур противодействует отклонению тогда и только тогда, когда он содержит нечетное число отрицательных дуг. В других случаях замкнутый контур усиливает отклонения.**

Нередко знаковый орграф оказывается наиболее детальной моделью сложной системы, которую удастся создать. Это, в частности, верно, когда некоторые переменные не могут быть точно измерены (например – «состояние окружающей среды»). Такие переменные часто появляются при исследовании социальных проблем. Однако, даже при помощи таких упрощенных моделей можно получать некоторые строгие выводы о структуре и функционировании сложной системы, а также прогнозировать реакцию системы на воздействия.

Взвешенные и функциональные знаковые орграфы. Структурные модели на основе знаковых орграфов содержат много упрощений. В частности, взаимодействия переменных могут быть разной силы. Модель в виде знакового орграфа предполагает все воздействия одинаковыми по силе, поскольку веса на каждой дуге единичной величины. Возможно, более обоснованно приписывать дугам разные веса, пропорциональные силе воздействия. В этом случае мы получим **взвешенный знаковый орграф**. Еще более реалистичным было бы считать, что сила воздействия изменяется в зависимости от уровней связанных переменных. Эту зависимость можно промоделировать, приписывая каждой дуге орграфа функцию $f_{uv}(u,v)$. Такой орграф называется **функциональным знаковым орграфом**. Так, в примере с проблемой удаления твердых отходов, можно приписать дуге РМ функцию, согласно которой рост населения до определенного уровня требует модернизации городского хозяйства и приводит к улучшению условий жизни, однако после достижения критического значения численности городской бюджет перестает справляться с проблемой модернизации. Функциональные знаковые орграфы лежат в основе метода системной динамики, который был использован Форрестером и Медоузом для изучения глобальных экологических проблем. В дальнейшем мы будем говорить о взвешенном орграфе, имея в виду, что веса некоторых дуг могут быть представлены только знаками, а веса других могут быть заменены функциями.

Прогнозирование с помощью структурной модели. Одно из преимуществ модели в виде взвешенного орграфа состоит в том, она позволяет решать проблемы прогнозирования поведения системы при различных воздействиях и может способствовать выбору оптимальной стратегии, результаты использования которой удовлетворяют заданным ограничениям (например на состояние окружающей среды). Чтобы понять, как это делается, допустим, что каждая вершина U_i принимает значение $U_i(t)$ в дискретные моменты времени $t=0, 1, 2, \dots$. При этом время может измеряться в часах, днях, месяцах, годах и т.п. Тогда проблема прогнозирования формулируется следующим образом: предсказать значение вершины U в момент времени t , или предсказать изменение этой вершины при заданном исходном значении. Для осуществления прогноза необходимо ввести правило **изменения значений импульсного процесса**, устанавливающие, каким образом отклонения значений переменных распространяются по системе. Если известно исходное состояние системы ($t=0$), а импульс, изменяющий значения одной из вершин, воздействует на систему только в момент времени $t=1$, такой импульсный процесс называется **автономным**. Состояние любой вершины в любой момент времени для автономного импульсного процесса определяется по формуле:

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{i=1}^n (w(u_i, v_i) * p_i(t))$$

В этой формуле $w(u_i, v_i)$ – вес дуги, направленной от вершины u_i к вершине v_i . Если такая дуга отсутствует, то $w(u_i, v_i)=0$.

$p_i(t) = u_i(t) - u_i(t-1)$, то есть изменение значения вершины u_i на предшествующем шаге.

$v_i(t)$ – предшествующее значение вершины v_i .

$v_i(t+1)$ – определяемое значение вершины v_i .

Можно ввести ограничения или **нормативы**, придавая некоторой вершине границы, в пределах которых она может изменять свои значения. Если такие ограничения заданы, можно попытаться найти стратегии, удовлетворяющие им. **Стратегией** является процедура, изменяющая систему. Если система представлена взвешенным орграфом, некоторые возможные стратегии состоят в следующем.

1. Изменить в определенное время значения некоторых вершин.
2. Добавить в заданное время некоторую новую вершину (фактор) и новые дуги к ней и от нее (взаимодействия нового фактора с прежними).
3. Изменить в определенное время знак некоторой дуги.
4. Изменить в заданное время вес некоторой дуги.
5. Добавить новую дугу между имеющимися вершинами.
6. Добавить новые контур, усиливающий или уменьшающий отклонения.

На практике соответствующие изменения в системе могут быть достигнуты, например, изменениями в законодательстве.

Когда множество допустимых стратегий определено, остается найти оптимальную стратегию (самую быструю, самую дешевую и др.) для перехода системы в желаемое состояние (например, максимизации или минимизации значений некоторых вершин) или для стабилизации состояния в границах нормативов (стабилизирующие стратегии).

Задание.

1. Постройте в тетрадах знаковый орграф для анализа проблемы удаления твердых отходов, матрица смежности для которого приведена в примере.
2. Отметьте (например, цветом линии) усиливающие и тормозящие дуги, укажите контуры орграфа, усиливающие и уменьшающие отклонения.
3. Реализуйте с помощью программы Excel имитационную модель отражающую логику функционирования системы, представленной знаковым орграфом. В исходном состоянии ($t=0$) все переменные системы можно задать равными 0.
4. Считая, что каждый шаг изменения состояния системы соответствует одному году, рассмотрите прогнозы динамики заболеваемости населения на ближайшие 15 лет при импульсных воздействиях на другие вершины орграфа. Для имитации импульсных воздействий поочередно вводите в нужные клетки, соответствующие моменту времени $t=1$, «единицу» для моделирования роста значения данной вершины или «минус единицу» для моделирования уменьшения ее значения.
5. Постройте в тетрадах графики динамики заболеваемости при импульсных изменениях вершин. Определите средние, максимальные и минимальные значения заболеваемости за 15 лет. К изменению каких переменных модель наиболее чувствительна?
6. Определите наиболее эффективную стратегию для снижения заболеваемости населения в городе.

Практические работы

Практическая работа № 1. Системы, свойства систем

Теория. Любые системы, независимо от их происхождения, отличаются определенными свойствами. Важнейшие из них:

1. **Целостность.** Всякая система целостна, то есть выступает как единое целое, обособленное от окружающего мира (рыба в воде, наука в культуре, солнечная система в галактике, геометрия в математике и др.).
2. **Открытость.** Обособленность не означает изолированности. Система связана с окружающей средой, обменивается с ней энергией, материей, информацией в раз-

ных пропорциях, в зависимости от природы системы. Иначе говоря, все системы открыты. Закрытых систем, полностью изолированных от среды, не бывает. Такую систему можно вообразить, но нельзя доказать ее реальность, так как взаимодействие с ней невозможно.

3. Неоднородность, делимость. В любой системе можно обнаружить составные части (элементы).
4. Связанность. Части системы образуют целое благодаря существованию между ними связей. Открытость системы говорит о том, что существуют также и связи с внешней средой. Но цельность заключается в том, что связи между частями системы по каким-то признакам оказываются сильнее, чем внешние связи. Внутренние связи образуют структуру системы.
5. Эмерджентность. Система как целое обладает свойствами, которых нет и не может быть у составляющих ее частей. Свойства системы не сводятся к свойствам ее частей и не являются простой совокупностью этих свойств. Возникновение у системы принципиально новых качеств, не характерных для ее элементов, называется эмерджентностью. Эмерджентные свойства системы проявляются в ее взаимосвязях со средой, то есть реализуются через внешние связи как функции системы. Но возникают эти свойства благодаря внутренним связям, то есть они обусловлены структурой системы.
6. Неделимость. Изъятие любого элемента системы приводит к потере ее существенных свойств, то есть система становится другой системой. Элемент, изъятый из системы, также теряет свои важные свойства, которые могли быть реализованы только во взаимодействиях с другими элементами системы. Основа холистического подхода состоит в невозможности рассмотрения элементов системы по отдельности, вне их взаимосвязи с другими элементами.
7. Иерархичность. Открытость системы означает, что она является элементом системы более высокого уровня. Мир существует как иерархическая система вложенных друг в друга и перекрывающихся, либо взаимодействующих систем.
8. Целенаправленность. Внутренняя и внешняя целостность системы синтезируются в понятие цели, которая диктует и структуру и функцию системы. Функция системы понимается как проявление ее целеустремленности, а структура выступает как вариант реализации цели. Цели могут быть объективными (в естественных системах) и субъективными (в искусственных системах).
9. Изменчивость. В результате внешних и внутренних взаимодействий все системы находятся в динамике, подвержены постоянным изменениям, которые могут происходить с разной интенсивностью. Многообразие процессов, происходящих с системами, велико, их классификация проводится по разным основаниям, например: рост-развитие, равновесие, убыль, деградация; цикличность, непериодичность; детерминированность, случайность; рождение, жизнь, смерть и др. Многие явления в системах невозможно понять без учета их динамики.

Задание. На примере объекта любой природы доказать, что этот объект является системой и обладает всеми вышеперечисленными свойствами. Отчет по работе представить в виде презентации.

Практическая работа № 2. Развитие системных представлений (семинар)

Цель: рассмотреть в историческом аспекте формирование и развитие системных представлений, обсудить вклад представителей разных стран, эпох,

научных школ и направлений в становление основных концепций системного подхода и системного анализа.

Подготовка. О сроках проведения семинара студенты предупреждаются за две недели до его начала, за неделю до семинара должны быть распределены вопросы. В ходе подготовки к семинару каждый студент изучает материалы по одной из предлагаемых тем, готовит сообщение и презентацию. Приветствуется расширение списка тем в рамках общей тематики семинара. По желанию студентов один вопрос может готовить группа из 2-3 человек, в этом случае вопрос разбивается на несколько более мелких, например, один докладчик может рассказать о жизни и деятельности ученого, а второй – более подробно осветить его вклад в развитие системных представлений.

Проведение семинара. Продолжительность семинара – два академических часа. Докладчики представляют подготовленные презентации и сообщения в хронологической последовательности. Студенты внимательно слушают докладчиков и письменно готовят вопросы, не менее одного по каждому сообщению. После завершения выступления докладчик отвечает на вопросы других студентов и преподавателя. Списки вопросов с указанием фамилий докладчиков передаются преподавателю в конце каждого занятия. Регламент: время выступления 5-7 минут, ответы на вопросы – не более 3 минут.

Оценивание участия в семинаре. Максимальный рейтинговый балл за участие в семинаре – 7. Учитывается своевременность подготовки (1 балл), качество презентации – 2 балла, содержательность выступления (2 балла), ответы на вопросы (1 балл), участие в обсуждении выступлений других студентов (1 балл).

Если студент своевременно не подготовился к семинару, допускается перенос сообщения на следующее занятие, но оценка при этом снижается на один балл. Студенты, которые не приняли участие в семинаре, должны подготовить реферат по теме семинара. Реферат оценивается по пятибалльной шкале, если отсутствует подтвержденная уважительная причина неявки на семинар, оценка за реферат снижается на один балл.

Примерные темы сообщений:

1. Системные представления философов древнего мира.
2. Системные представления в философских идеях Гегеля.
3. Представления о социальных системах в трудах представителей утопического социализма.
4. Заслуги Карла Маркса в развитии идей системности.
5. Системные идеи в естественных науках XVIII-XIX веков.
6. Системный подход в трудах Чарльза Дарвина.
7. Учение о физиологических системах П.К.Анохина
8. Тектология А.А.Богданова.
9. Общая теория систем Л.Берталанфи.
10. Кибернетика Р.Винера.
11. Развитие системных представлений в работах И.Пригожина.
12. Возникновение и развитие системного анализа.

Деловая игра «Системный подход к принятию решений»

Цель игры: научиться работать в коллективе, принимать решения, которые будут наиболее выгодными для вашей фирмы и ее сотрудников с учетом принципа системности в развитии организации.

Особое внимание в игре уделяется такому фактору, как *законопослушность*. Прибыли получают любыми и часто нечестными способами. А предприниматель никогда не должен забывать «золотое правило»: «Прибыль превыше всего, но честь выше прибыли». Для характеристики деятельности фирмы были взяты шесть показателей: финансовое состояние, психологический климат, доброе имя фирмы, финансовые вложения, обеспеченность кадрами и законопослушность.

Порядок проведения игры

Четыре одинаковые фирмы (А, В, С и D) занимаются выпуском полиграфической продукции. Состояние всех фирм определяется шестью показателями: финансовым состоянием (ФС), психологическим климатом (ПК), законопослушностью (ЗП), обеспеченностью кадрами (ОК), финансовыми вложениями (ФВ) и добрым именем фирмы (ДИ). Все эти показатели измеряются в баллах (для каждого свои баллы, т.е. 3 балла ФС не равно 3 баллам ПК).

Необходимо обсудить важность каждого показателя для развития фирмы и принять коэффициенты важности (шкала: 0 — совсем не важно; 1 — следует учитывать; 2 — скорее важно; 3 — важно; 4 — очень важно; 5 — первостепенно важно).

Для каждой фирмы есть свое начальное значение каждого показателя, в игре исходные значения показателей принимаются за 0.

Всем фирмам предлагаются одинаковые проблемы с вариантами решения. Каждое решение влияет на те или иные показатели как положительно, так и отрицательно. Ваша задача состоит в том, чтобы правильно определить, какие именно показатели и как повлияют на вашу фирму в целом в данный момент. Победит та фирма, у которой в конце будет максимальных значений показателей больше, чем у других фирм, причем не должно быть

и очень низких значений.

Показатели могут изменяться слабо, средне и сильно. Слабым считается изменение на 1 - 5 единиц, средним - на 6- 15 единиц, а сильным - от 15 и выше. Вы должны четко понимать, какие решения существенно изменяют ваши показатели, а какие нет.

Внимание! Время строго регламентировано. За шум, вставание с места без необходимости, а также за переговоры с членами других команд и за задержку времени будут вводиться штрафные санкции, а именно будут вычитаться 3 балла из самого низкого показателя на данный момент.

Регламент игры

Оглашение правил игры - 5 мин.

Раздача фирмам карточек с проблемами для решения - 1 мин.

Обдумывание проблем - 75 мин.

Сбор карточек с проблемами - 1 мин.

Занесение изменения показателей в протокол на доске - 6 мин,

Оглашение результатов игры - 2 мин.

Среди участников команды выделяются директор и бухгалтер. От директора зависит окончательное решение, но в обсуждении участвуют все. Бухгалтер же помимо обсуждения проблемы обязан также заполнять таблицу после каждого принятого решения и подводить суммарные итоги деятельности фирмы.

РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

- Характеристики показателей фирмы
- Проблемы, требующие решения, Таблица учета результатов деятельности

1. Характеристики показателей фирмы

Финансовое состояние фирмы (ФС) - это наличие денег на расчетном счете в данный конкретный момент. При найме работника, осуществлении каких-либо долгосрочных или краткосрочных вложений ФС фирмы уменьшается. Причем долгосрочная прибыль от этих вложений не рассматривается!

Психологический климат фирмы (ПК) - это взаимоотношения работников и отношения работников с администрацией. На ПК также влияют наем (так как приход в коллектив нового человека вносит определенный диссонанс в установившийся психологический климат) и увольнение работников, поощрение и наказание их со стороны администрации.

Доброе имя фирмы (ДИ) подразумевает имидж и репутацию фирмы среди клиентов и партнеров. На ДИ может влиять отказ от заказов клиента, и наоборот.

Финансовые вложения (ФВ) - это вложения денег в какие-либо сферы, которые принесут прибыль в будущем. Прибыль от этих вложений в данный момент не рассматривается.

Обеспеченность кадрами (ОК) подразумевает умственный потенциал работников предприятия. ОК измеряется в условных умственных единицах. На ОК влияют наем и увольнение работников. Причем при найме/увольнении специалиста ОК повышается либо уменьшается больше, чем при найме/увольнении среднего или рядового работника.

Законопослушность фирмы (ЗП) предполагает не нарушение фирмой законов (например, закона «О налогообложении» и др.: ЗП также может влиять на доброе имя фирмы.

Таблица результатов

Фирма (название) _____

Директор _____

Бухгалтер _____

Руководящий состав _____

Руководящий состав фирмы обсуждает предлагаемые ситуации и принимает по каждой коллективное решение путем открытого голосования. Если мнения разделились, окончательное решение принимает директор. Бухгалтер фиксирует в таблице результатов выбранный вариант решения, а также соответствующие ему изменения показателей деятельности фирмы. После того, как решения приняты по всем вопросам, показатели по шкалам суммируются.

№	Выбор	ФС	ПК	ДИ	ФВ	ОК	ЗП
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
Сумма по столбцам							
Значимость показателя							
Взвешенные суммы							
Общий результат деятельности (сумма взвешенных значений)							

2. Проблемы:

1. Работники вашего предприятия хорошо работали.
 1. Вы можете выплатить им премию: $ФС = -3$, $ПК = 5$.
 2. Вы можете не платить им премию: $ФС = 0$, $ПК = -4$.
 3. Вы можете просто их похвалить: $ФС = 0$, $ПК = 0$.
2. Крупный клиент просит взять на работу своего неуживчивого племянника.
 1. Вы его берете на работу: $ФС = -3$, $ПК = -9$, $ДИ = 5$, $ОК = 2$
 2. Вы его не берете на работу: $ФС = 0$, $ПК = 0$, $ДИ = -4$, $ОК = 0$
3. Вам предлагают высокооплачиваемый заказ, который погубит репутацию фирмы.
 1. Вы его возьмете: $ФС = 40$, $ДИ =$ - все до нижней границы.
 2. Вы его не возьмете: $ФС = 0$, $ДИ = 0$.
4. Вы можете выпустить на рынок новый товар, нужно маркетинговое исследование.
 1. Проведете: $ФС = -11$, $ФВ = 15$, $ДИ = 1$.
 2. Не проведете: $ФС = 0$, $ФВ = 0$, $ДИ = 0$.
5. Вам на работу требуется специалист.
 1. Вы обращаетесь в рекрутское агентство: $ФС = -5$, $ПК = 0$, $ОК = 5$.
 2. Вы находите специалиста сами: $ФС = -2$, $ПК = -2$, $ОК = 3$.
6. У вас есть выбор между заказами.
 1. Вам обещают хорошо заплатить за печать водочных этикеток на поддельную водку (без лицензии): $ФС = 25$, $ЗП = -9$, $ДИ = -4$.
 2. Вам предлагают среднеоплачиваемый рядовой заказ: $ФС = 8$, $ДИ = 1$.
 3. Вы можете напечатать плакаты по заказу мэрии к 8 Марта: $ФС = 2$, $ЗП = 7$, $ДИ = 8$.
7. У вас есть возможность взять в фирму психолога для подборки персонала и разрешения конфликтов с целью формирования оптимального психологического климата.
 1. Вы берете психолога: $ФС = -11$, $ПК = 10$, $ОК = 5$.
 2. Вы не берете психолога, а подбираете персонал сами, но раньше вы никогда подобным делом не занимались: $ФС = 0$, $ПК = -4$, $ОК = 1$.
 3. Вы поручаете подборку персонала другим сотрудникам, которые делают это немного лучше, чем вы: $ФС = -4$, $ПК = -1$, $ОК = 2$.
8. У вас есть постоянный клиент, который делает у вас большие заказы в данный момент ему необходимо сделать серию мелких заказов, которые для вас практически невыгодны.
 1. Выполняете заказы постоянного клиента: $ФС = 1$, $ДИ = 7$.
 2. Отказываетесь, берете более выгодный, но разовый заказ: $ФС = 16$, $ДИ = -15$.
9. У вас с одним из сотрудников взаимная неприязнь, но работает он хорошо.
 1. Вы его увольняете: $ПК = 4$, $ЗП = -2$, $ОК = -2$.
 2. Вы его оставляете: $ПК = -2$, $ЗП = 1$, $ОК = 0$.
10. У вас есть возможность сделать долгосрочное финансовое вложение.
 1. Вы вложите деньги в НИОКР: $ФС = -30$, $ФВ = 25$, $ДИ = 10$.
 2. Вы вложите деньги в маркетинг: $ФС = -9$, $ФВ = 10$, $ДИ = 1$.
 3. Вложите деньги в банк: $ФС = -5$, $ФВ = 5$, $ДИ = 0$.
 4. Никуда не вложите деньги: $ФС = 0$, $ФВ = 0$, $ДИ = 0$.
11. У вас есть возможность изредка подзаработать на дополнительном виде деятельности, на который у вас нет лицензии.
 1. Вы будете делать это без лицензии: $ФС = 8$, $ЗП = -5$.
 2. Вы будете оформлять лицензию: $ФС = 2$, $ЗП = 3$.
12. В вашей фирме работает женщина предпенсионного возраста, которую любят и уважают в коллективе. Она умеет разрешать конфликты, но в последнее время стала хуже работать.
 1. Вы ее уволите и возьмете более квалифицированного специалиста, который не будет обладать теми же способностями: $ФС = -5$, $ПК = -7$, $ОК = 5$.

2. Оставляете все как есть: $\Phi C = 0, ПК = 0, ОК = 0$.
3. Берете на работу еще одного специалиста: $\Phi C = - 8, ПК = -4, ОК = 6$.
4. Увольняете женщину и никого не берете: $\Phi C = 0 ПК = - 6, ОК = - 1$.
13. Вам предлагают нелегальный заказ на печать фальшивых проездных.
 1. Согласитесь: $\Phi C = 15, ЗП = - 14, ДИ = - 6$.
 2. Откажетесь: $\Phi C = 0, ЗП = 10, ДИ = 2$.
 3. Сдадите заказчика властям: $\Phi C = 0, ЗП = 25, ДИ = - 15$.
14. У вас есть несколько претендентов на должность технолога.
 1. Вы берете заурядного работника, который отлично поладит с коллективом: $\Phi C = -2, ПК = 4, ОК = 1$.
 2. Вы берете высококвалифицированного специалиста, который нелегко сходится с людьми: $\Phi C = - 7, ПК = - 2, ОК = 5$.
 3. Вы берете специалиста средней квалификации, в меру общительного и уравновешенного: $\Phi C = - 4, ПК = 0, ОК = 3$.
15. У вас есть возможность перехватить выгодный заказ у фирмы конкурента, но вы можете это сделать только с помощью «некрасивых» методов.
 1. Вы это сделаете: $\Phi C = 8, ДИ = - 11$.
 2. Вы этого не сделаете: $\Phi C = 0, ДИ = 0$.
16. У вас есть возможность частично уйти от налогов.
 1. Вы это сделаете: $\Phi C = 1, ЗП = - 9$.
 2. Вы заплатите налоги в полном объеме: $\Phi C = - 17, ЗП = 8$.
17. У вас не очень большая фирма, но вам не мешает создание планового отдела.
 1. Создадите, пригласив высококвалифицированных специалистов: $\Phi C = - 18, ПК = - 1, ФВ = 20, ОК = 15$.
 2. Создадите, пригласив средне квалифицированных специалистов: $\Phi C = - 12, ПК = - 1, ФВ = 12, ОК = 9$.
 3. Вместо отдела наймете одного специалиста-плановика: $\Phi C = - 5, ПК = - 1, ФВ = 5, ОК = 5$.
 4. Ничего не будете делать: $\Phi C = 0, ПК = 0, ФВ = 0, ОК = 0$.
18. У вас есть возможность послать работников на повышение квалификации за рубеж.
 1. Пошлете нескольких работников: $\Phi C = - 30, ФВ = 18, ДИ = 9, ОК = - 6$.
 2. Пошлете одного работника: $\Phi C = -10, ФВ = 6, ДИ = 3, ОК = - 2$.
 3. Не пошлете никого: $\Phi C = 0, ФВ = 0, ДИ = 0, ОК = 0$.
19. Государственные структуры будут вам благодарны, если вы выполните их заказ, невыгодный для вас, но вы можете отказаться и выполнить более прибыльный заказ.
 1. Вы берете государственный заказ: $\Phi C = - 3, ДИ = 9$.
 2. Вы берете другой заказ: $\Phi C = 11, ДИ = - 6$.
20. У вас в коллективе есть два работника, испытывающих друг к другу неприязнь. Один из них имеет высокую квалификацию, но вечно цепляется ко второму. А второй имеет гораздо более низкую квалификацию, но старается более или менее избегать конфликтов.
 1. Вы уволите первого: $\Phi C = 0, ПК = 5, ОК = - 5$.
 2. Вы уволите второго: $\Phi C = 0, ПК = 1, ОК = - 1$.
 3. Вы уволите обоих: $\Phi C = 0, ПК = 6, ОК = -6$.
 4. Оставьте все как есть: $\Phi C = 0, ПК = - 1, ОК = 0$.
21. Вам срочно нужна большая сумма денег для выплаты заработной платы, но у вас, ее нет.
 1. Вы ничего для этого не предпримете: $\Phi C = 0, ОК = - 25, ПК = -3, ДИ = - 4$.
 2. Берете «крайне нелегальный» заказ (печать фальшивых облигаций): $\Phi C = 50, ЗП = - 25$,
 3. Займете денег у партнеров: $\Phi C = 15, ФВ = - 20$.
22. Ваша фирма завалена заказами, а главный бухгалтер увольняется. Вам придется от-

- клонить часть заказов, так как потребуется определенное время, чтобы нанять нового.
1. Вы можете отпустить бухгалтера: $ФС = 0$, $ДИ = -4$, $ОК = -5$.
 2. Предложить ему более высокую зарплату: $ФС = -10$, $ДИ = 6$, $ОК = 0$.
 3. Наймете другого бухгалтера такой же квалификации: $ФС = -6$, $ДИ = -2$, $ОК = 0$.
23. У вашей фирмы довольно старое оборудование, но оно еще нормально функционирует.
1. Оставьте старое: $ФС = 0$, $ДИ = 0$, $ФВ = 0$.
 2. Купите новое оборудование среднего класса: $ФС = -15$, $ФВ = 7$, $ДИ = 3$.
 3. Купите новейшую поточную линию: $ФС = -25$, $ФВ = 11$, $ДИ = 7$.
24. У вас есть возможность пригласить в свою фирму коллег и потенциальных партнеров из-за границы для осмотра вашего предприятия, но для этого вам необходимо произвести некоторые приготовления, которые будут стоить определенных средств.
1. Вы их пригласите: $ФС = -7$, $ДИ = 12$.
 2. Вы их не пригласите: $ФС = 0$, $ДИ = 0$.
25. Вы можете дать рекламу своей продукции.
1. По телевидению: $ФС = -20$, $ФВ = 25$, $ДИ = 15$.
 2. По радио: $ФС = -10$, $ФВ = 15$, $ДИ = 8$.
 3. В газете: $ФС = -7$, $ФВ = 10$, $ДИ = 5$.
 4. На рекламных листовках: $ФС = -4$, $ФВ = 6$, $ДИ = 2$.
 5. Не давать рекламу: $ФС = 0$, $ФВ = 0$, $ДИ = 0$.

Материалы для подготовки к тестовому контролю

1. Как называется способ познания, при котором объект мысленно разделяется на составляющие его компоненты?
 - А) анализ
 - Б) синтез
 - В) диалектика
2. Что образуется совокупностью внутренних связей системы?
 - А) функция
 - Б) цель
 - В) структура
3. Лауреат Нобелевской премии, автор теории неравновесных систем?
 - А) Богданов
 - Б) Берталанфи
 - В) Пригожин
4. Что такое точка бифуркации?
 - А) момент образования новой системы и начало ее развития
 - Б) момент в развитии системы, когда нельзя предсказать ее дальнейшую динамику
 - В) распад системы и включение ее компонентов в новые системы
5. Любая система является
 - А) замкнутой
 - Б) открытой
 - В) неравновесной
6. Какие свойства оригинала должна воспроизводить модель?
 - А) все свойства
 - Б) только физические свойства
 - В) свойства, существенные для создателя модели
7. Какие модели отражают изменение состояний системы?
 - А) динамические
 - Б) статические
 - В) функциональные
8. Когда модель является адекватной?
 - А) когда она соответствует основным свойствам оригинала
 - Б) когда она позволяет достичь поставленной цели
 - В) когда она функционирует аналогично оригиналу
9. Какие компоненты входят в модель «черного ящика»?
 - А) внешние связи системы
 - Б) входы, выходы и основные компоненты системы
 - В) основные компоненты системы и связи между ними
10. Что является компонентами модели состава системы?
 - А) подсистемы и элементы
 - Б) подсистем и внешние связи
 - В) элементы и структура
11. Что рассматривает модель структуры системы?

- А) подсистемы и связи Б) внешние и внутренние связи
В) только внутренние связи
12. Какое определение системы является наиболее точным?
А) система – это совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое
Б) система – это совокупность ее компонентов, целей и функций
В) система – это множество взаимосвязанных подсистем искусственной или естественной природы
13. Что происходит с системой при изменении ее целей?
А) функционирование Б) разрушение В) развитие
14. Будущее реальное состояние системы можно назвать ..
А) объективная цель системы
Б) субъективная цель системы
В) абстрактная цель системы
15. Какие типы систем выделяют по потребности в материальных ресурсах при моделировании?
А) малые и большие б) простые и сложные в) обычные и ресурсоёмкие
16. Каким способом невозможно перевести большую систему в разряд малых?
А) разрабатывать более мощные средства моделирования
Б) осуществлять декомпозицию на ряд систем меньшей размерности
В) изменить цели моделирования
17. Какой способ нельзя использовать для перевода сложной системы в разряд простых?
А) получить недостающую информацию и включить ее в модель
Б) разработать более совершенные средства управления
В) изменить цель системы
18. Как называется граф, на дугах которого проставлены числа, отражающие степень изменения зависимой вершины при единичном импульсе, поданном на влияющую вершину?
А) знаковый граф Б) взвешенный граф В) ориентированный граф
19. Что такое импульс в теории графов?
А) изменение значений вершины графа
Б) изменение направления дуги графа
В) изменение знака дуги графа
20. Что отражает матрица смежности графа?
А) связи между парами вершин Б) значения вершин
В) изменения значений вершин
21. Как можно смоделировать временную задержку при передаче импульса от одной вершины графа к другой?
А) добавить промежуточные вершины
Б) увеличить весовой коэффициент при дуге, соединяющей вершины
В) изменить знак дуги, соединяющей вершины
22. Что является отличительной особенностью импульсно устойчивых графов?
А) количество вершин ограничено
Б) значения импульсов не выходят за определенные границы
В) имеется дуга между любыми двумя парами вершин
23. Что такое генеральная совокупность в статистике?
А) рандомизированная выборка из общего количества изучаемых объектов
Б) достаточное для уверенных выводов количество объектов изучения
В) совокупность всех возможных объектов изучения
24. Какой должна быть репрезентативная выборка?
А) случайной Б) достоверной В) упорядоченной
25. Цель системного анализа, как прикладной научной дисциплины, ...
а) исследование динамики экологических систем;
б) исследование и ликвидация проблем в сложных системах любой природы;
в) оценка и прогноз последствий антропогенных воздействия на биосферу;
г) оптимизация взаимодействий между социальными и биологическими системами.

26. Системный анализ основан на философских принципах ...

- а) диалектического материализма;
- б) агностицизма;
- в) кибернетики;
- г) объективного идеализма.

27. Методический арсенал системного анализа представлен ...

- а) методом математического моделирования;
- б) методами наблюдения и эксперимента;
- в) широким спектром методов разного уровня формализации;
- г) статистическими методами.

28. Эффективность человеческой деятельности с ростом ее системности ...

- а) повышается;
- б) снижается;
- в) не меняется.

29. Системность человеческого мышления – это ...

- а) его неотъемлемое качество;
- б) особенность современного человека, связанная с НТР;
- в) полезный навык, который формируется в процессе обучения;

30. Системность познания мира человеком выражается ...

- а) в постоянном развитии познавательной деятельности;
- б) в существовании различных философских направлений;
- в) в существовании двух взаимодействующих способов познания: анализ и синтез;
- г) в невозможности полного познания мира человеком.

31. Системность человеческого мышления ...

- а) не зависит от системности мира;
- б) является причиной системности мира;
- в) является следствием системности мира.

32. Для системы любой природы характерна ...

- а) изолированность от окружающей среды;
- б) однородность и независимость элементов;
- в) открытость, то есть обмен с окружающей средой материей, энергией или информацией.

33. Структура системы - это ...

- а) совокупность внутренних связей системы;
- б) разнообразие элементов системы;
- в) совокупность компонентов системы.

34. Эмерджентность – это ...

- а) возникновение принципиально нового качества при объединении компонентов в систему;
- б) обособленность системы от окружающей среды;
- в) многообразие возможных состояний системы.

35. Любая система

- а) является частью системы более высокого уровня;
- б) не может включать более двух элементов;
- в) сохраняется неизменной с течением времени.

36. Что позволяет оценить формула Шеннона?

- а) степень разнообразия элементов в системе;
- б) скорость эволюции системы;
- в) особенности энергетического обмена системы с окружающей средой.

37. Все живые системы являются:

- а) замкнутыми;
- б) изолированными;
- в) открытыми.

38. Чем определяется устойчивость биосистемы?

- а) преобладанием внутренних взаимодействий в системе над внешними;
- б) преобладанием внешних воздействий на систему над ее внутренними взаимодействиями;
- в) уравниванностью внешних и внутренних взаимодействий.

39. Как изменяется энтропия в открытой динамической системе в ходе эволюции системы?

- а) энтропия в системе возрастает;
- б) энтропия в системе снижается;

- в) периоды возрастания и периоды снижения энтропии в системе чередуются.
40. Как называется наука, изучающая функционирование открытых динамических систем?
- а) синергетика;
б) термодинамика;
в) тектология.
41. Как изменяется сложность открытой динамической системы в ходе ее эволюции?
- а) снижается;
б) возрастает;
в) не меняется.
42. Как меняется скорость эволюции открытой динамической системы по мере ее развития?
- а) скорость эволюции возрастает;
б) скорость эволюции снижается;
в) скорость эволюции не меняется.
43. Сколько стационарных состояний характерно для неравновесных систем?
- а) множество стационарных состояний;
б) одно стационарное состояние;
в) отсутствие стационарных состояний.
44. С чем связано основное различие между методами наблюдения и эксперимента?
- а) со сложностью применяемых технических средств;
б) со степенью вмешательства исследователя в функционирование изучаемой системы;
в) с длительностью исследования.
45. Какой метод позволяет предсказывать реакцию экологической системы на возможные изменения факторов внешней среды или на антропогенные воздействия?
- а) наблюдения; б) эксперимента; в) моделирования.
46. Этап системного анализа, связанный с установлением между переменными математических соотношений, отражающих структуру системы, называется ..
- а) спецификация; б) идентификация; в) оптимизация.
47. Какая задача решается на этапе проверки модели?
- а) определить, насколько модель способна отражать интересующие исследователя свойства экосистемы;
б) найти и устранить ошибки в компьютерной программе, с помощью которой реализована данная модель;
в) определить, имеет ли система уравнений аналитическое решение.
48. С какой целью проводится анализ чувствительности модели?
- а) оценить, в какой степени модель отражает основные свойства оригинала;
б) определить, в какой степени изменения отдельных входных переменных влияют на состояние системы;
в) оценить возможные последствия антропогенных воздействий на экосистему.
49. На каком этапе системного анализа определяются значения входных переменных и параметров модели, при которых достигается наилучшее в заданном смысле состояние системы.
- а) спецификация; б) концептуализация; в) оптимизация.
50. К чему сводится этап заключительного синтеза в системном анализе?
- а) к реализации компьютерной модели;
б) к подготовке отчета о проведенном исследовании;
в) к статистической обработке результатов экспериментов с моделью.