

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «лесоводства и лесовоспроизводства»**

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**«Системный анализ и моделирование экосистем»**

**Направление подготовки:** 35.03.01 – Лесное дело

**Профиль образовательной программы:** Лесное хозяйство

**Форма обучения:** заочная

Оренбург 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Организация самостоятельной работы .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Темы индивидуальных домашних заданий.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Порядок выполнения заданий.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 Пример выполнения задания.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Темы контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Содержание контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Порядок выполнения контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Пример выполнения контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Тема 1. Системный подход и моделирование в экологии.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2 Тема 2. Понятие общей теории систем и системного подхода.....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Тема 3. Системный анализ и его процесс.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4 Тема 4. Основные системные понятия.....</b>	<b>13</b>
<b>4.5 Тема 5. Биологические и экологические системы.....</b>	<b>14</b>
<b>4.6 Тема 6. Общие сведения о моделях и моделировании.....</b>	<b>14</b>
<b>4.7 Тема 7. Методы экологических исследований.....</b>	<b>14</b>
<b>4.8 Тема 8. Моделирование природных процессов в решении экологических проблем.....</b>	<b>15</b>
<b>4.9 Тема 9. Моделирование эколого-экономических систем.....</b>	<b>16</b>
<b>4.10 Тема 10. Моделирование в агроэкологии.....</b>	<b>16</b>
<b>4.11 Тема 11. Возможности математико-картографического моделирования растительности.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Методические рекомендации по подготовке к занятиям .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Лабораторная работа 1. Тема: Расчет основных статистических показателей для большой выборочной совокупности. ....</b>	<b>19</b>
<b>5.5 Лабораторная работа 2. Тема: Расчет теоретических частот для кривой нормального распределения .....</b>	<b>19</b>
<b>5.6 Лабораторная работа 3. Тема: Статистическое сравнение эмпирического распределения с теоретическим по критерию <math>\chi^2</math>-квадрат Пирсона .....</b>	<b>19</b>
<b>5.9 Лабораторная работа 4. Тема: Статистическое сравнение двух выборочных средних по t-критерию Стьюдента при равнозначных выборках.....</b>	<b>20</b>
<b>5.12 Лабораторная работа 5. Тема: Корреляция большой выборочной совокупности...20</b>	<b>20</b>
<b>5.15 Лабораторная работа 6. Тема: Модели динамики численности популяций. ....21</b>	<b>21</b>

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Системный подход и моделирование в экологии.	×	×	2	5	4
2	Понятие общей теории систем и системного подхода.	×	×	2	5	×
3	Системный анализ и его процесс.	×	×	1,5	5	2
4	Основные системные понятия.	×	×	1,5	5	2
5	Биологические и экологические системы.	×	×	1,5	6	2
6	Общие сведения о моделях и моделировании.	×	×	1,5	6	2
7	Методы экологических исследований.	×	×	2	1	2
8	Моделирование природных процессов в решении экологических проблем.	×	×	2	0,5	×
9	Моделирование эколого-экономических систем.	×	×	2	0,5	×
10	Моделирование в агроэкологии.	×	×	2	0,5	×
11	Возможности математико-картографического моделирования растительности.	×	×	2	0,5	×
	Итого	×	×	30	35	14

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ**

Индивидуальные домашние задания выполняются в форме доклада и презентации Microsoft PowerPoint.

### **2.1 Темы индивидуальных домашних заданий**

1. ИДЗ-1. Современное состояние системных исследований в экологии.
2. ИДЗ-2. Историко-методологические предпосылки возникновения системного анализа.
3. ИДЗ-3. Развитие системных представлений.
4. ИДЗ-4. Становление системного анализа.
5. ИДЗ-5. Биномиальное распределение.
6. ИДЗ-6. Распределение Пуассона.
7. ИДЗ-7. Параметры дискретных распределений.
8. ИДЗ-8. Распределение Максвелла.
9. ИДЗ-9. Распределение Шарлье.
10. ИДЗ-10. Модель «черный ящик».
11. ИДЗ-11. Уравнение Ферхюльста.
12. ИДЗ-12. Уравнение Лотке-Вольтерра.
13. ИДЗ-13. Уравнение Моно.
14. ИДЗ-14. Уравнение Михаэлеса-Ментен.
15. ИДЗ-15. Метод Лагранжа.
16. ИДЗ-16. Метод линейного программирования.
17. ИДЗ-17. Модели взаимодействия популяций.
18. ИДЗ-18. Лимитирование и толерантность в экосистемах.
19. ИДЗ-19. Моделирование водных экосистем.
20. ИДЗ-20. Моделирование сухопутных экосистем.
21. ИДЗ-21. Самоорганизация и эволюция в биологии и экологии.
22. ИДЗ-22. Диссипативные структуры в экосистемах.
23. ИДЗ-23. Теорема Пригожина (принцип минимума прироста энтропии) в экосистемах.
24. ИДЗ-24. Принцип Либиха.
25. ИДЗ-25. Принцип конкурентного исключения Вольтерра-Гаузе.
26. ИДЗ-26. Анализ устойчивости состояний на примере экосистемы «1 вид – 1 источник питания».
27. ИДЗ-27. Модели в микромире и макромире.
28. ИДЗ-28. Математическое моделирование: история, личности, будущее.
29. ИДЗ-29. Модель потока энергии через экосистемы. Связь потока энергии и законов термодинамики.
30. ИДЗ-30. Биосенсоры. Структурно-функциональная организация биосенсорных систем, их роль в экологических исследованиях.

### **2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий**

По выше предложенным темам студенту необходимо выполнить:

- 1) доклад;
- 2) презентацию.

### **2.3 Порядок выполнения заданий**

#### **Методические рекомендации по подготовке доклада**

**Доклад** – публичное сообщение, представляющее собой развёрнутое изложение определённой темы.

### **Этапы подготовки доклада:**

1. Определение цели доклада.
2. Подбор необходимого материала, определяющего содержание доклада.
3. Составление плана доклада, распределение собранного материала в необходимой логической последовательности.
4. Общее знакомство с литературой и выделение среди источников главного.
5. Уточнение плана, отбор материала к каждому пункту плана.
6. Композиционное оформление доклада.
7. Заучивание, запоминание текста доклада, подготовки тезисов выступления.
8. Выступление с докладом.
9. Обсуждение доклада.
10. Оценивание доклада

**Композиционное оформление доклада** – это его реальная речевая внешняя структура, в ней отражается соотношение частей выступления по их цели, стилистическим особенностям, по объёму, сочетанию рациональных и эмоциональных моментов, как правило, элементами композиции доклада являются: вступление, определение предмета выступления, изложение (опровержение), заключение.

**Вступление** помогает обеспечить успех выступления по любой тематике.

Вступление должно содержать:

- название доклада;
- сообщение основной идеи;
- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- интересную для слушателей форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Выступление состоит из следующих частей:

**Основная часть**, в которой выступающий должен раскрыть суть темы, обычно строится по принципу отчёта. Задача основной части: представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.

**Заключение** – это чёткое обобщение и краткие выводы по излагаемой теме.

### **Методические рекомендации по подготовке презентации**

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint. Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов – то есть электронных страничек, занимающих весь экран монитора (без присутствия панелей программы). Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал. Количество слайдов адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1 стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2 стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации);

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Основная ошибка при выборе данной стратегии – «соревнование» со своим иллюстративным материалом (аудитории не предоставляется достаточно времени, чтобы воспринять материал на слайдах). Обычный слайд, без эффектов анимации должен демонстрироваться на экране не менее 10 – 15 секунд. За меньшее время присутствующие не успеет осознать содержание слайда. Если какая-то картинка появилась на 5 секунд, а потом тут же сменилась другой, то аудитория будет считать, что докладчик ее подгоняет. Обратного (позитивного) эффекта можно достигнуть, если докладчик пролистывает множество слайдов со сложными таблицами и диаграммами, говоря при этом «Вот тут приведен разного рода *вспомогательный* материал, но я его хочу пропустить, чтобы не перегружать выступление подробностями». Правда, такой прием делать *в начале и в конце* презентации – рискованно, оптимальный вариант – в середине выступления.

Если на слайде приводится сложная диаграмма, ее необходимо предварить вводными словами (например, «На этой диаграмме приводится то-то и то-то, зеленым отмечены показатели А, синим – показатели Б»), с тем, чтобы дать время аудитории на ее рассмотрение, а только затем приступать к ее обсуждению. Каждый слайд, в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнести к *оформлению презентации*. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков – не меньше 24 пунктов, для информации – для информации не менее 18. В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Подумайте, не отвлекайте ли вы слушателей своей же презентацией? Яркие краски, сложные цветные построения, излишняя анимация, выпрыгивающий текст или иллюстрация – не самое лучшее дополнение к научному докладу. Также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Наилучшими являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.). Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

Неконтрастные слайды будут смотреться тусклыми и невыразительными, особенно в светлых аудиториях. Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды. Желательно, чтобы на слайдах оставались поля, не менее 1 см с каждой стороны. Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями). Использовать встроенные эффекты анимации можно только, когда без этого не обойтись (например, последовательное появление элементов диаграммы). Для акцентирования внимания на какой-то конкретной информации слайда можно воспользоваться лазерной указкой.

Диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора MSExcel. Для ввода числовых данных используется числовой формат с разделителем групп разрядов. Если данные (подписи данных) являются дробными числами, то число отображаемых десятичных знаков должно быть одинаково для всей группы этих данных (всего ряда подписей данных). Данные и подписи не должны накладываться друг на друга и сливаться с графическими элементами диаграммы. Структурные диаграммы готовятся при помощи стандартных средств рисования пакета MSOffice. Если при форматировании слайда есть необходимость пропорционально уменьшить размер диаграммы, то размер шрифтов реквизитов должен быть увеличен с таким расчетом, чтобы реальное отображение объектов диаграммы соответствовало значениям, указанным в таблице. В таблицах не должно быть более 4 строк и 4 столбцов – в противном случае данные в таблице будут просто невозможно увидеть. Ячейки с названиями строк и столбцов и наиболее значимые данные рекомендуется выделять цветом.

Табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора MSWord или табличного процессора MSExcel. При вставке таблицы как объекта и пропорциональном изменении ее размера реальный отображаемый размер шрифта должен быть не менее 18 pt. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне.

Если Вы предпочитаете воспользоваться помощью оператора (что тоже возможно), а не листать слайды самостоятельно, очень полезно предусмотреть ссылки на слайды в тексте доклада ("Следующий слайд, пожалуйста...").

Заключительный слайд презентации, содержащий текст «Спасибо за внимание» или «Конец», вряд ли приемлем для презентации, сопровождающей публичное выступление, поскольку завершение показа слайдов еще не является завершением выступления. Кроме того, такие слайды, так же как и слайд «Вопросы?», дублируют устное сообщение. Оптимальным вариантом представляется повторение первого слайда в конце презентации, поскольку это дает возможность еще раз напомнить слушателям тему выступления и имя докладчика и либо перейти к вопросам, либо завершить выступление.

Для показа файла презентации необходимо сохранить в формате «Демонстрация PowerPoint» (Файл – Сохранить как – Тип файла – Демонстрация PowerPoint). В этом случае презентация автоматически открывается в режиме полноэкранного показа (slideshow) и слушатели избавлены как от вида рабочего окна программы PowerPoint, так и от потери времени в начале показа презентации.

После подготовки презентации полезно проконтролировать себя вопросами:

- удалось ли достичь конечной цели презентации (что удалось определить, объяснить, предложить или продемонстрировать с помощью нее?);
- к каким особенностям объекта презентации удалось привлечь внимание аудитории?
- не отвлекает ли созданная презентация от устного выступления?

После подготовки презентации необходима репетиция выступления.

#### Критерии оценки презентации

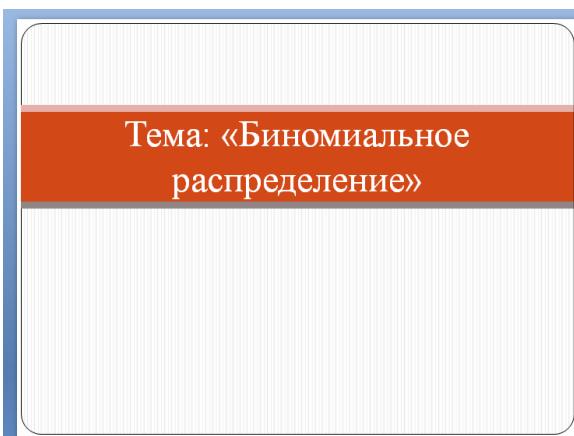
Критерии оценки	Содержание оценки
1. Содержательный критерий	правильный выбор темы, знание предмета и свободное владение текстом, грамотное использование научной терминологии, импровизация, речевой этикет
2. Логический критерий	стройное логико-композиционное построение речи, доказательность, аргументированность
3. Речевой критерий	использование языковых (метафоры, фразеологизмы, пословицы, поговорки и т.д.) и неязыковых (поза, манеры и пр.) средств выразительности; фонетическая организация речи, правильность ударения, четкая дикция, логические

	ударения и пр.
4. Психологический критерий	взаимодействие с аудиторией (прямая и обратная связь), знание и учет законов восприятия речи, использование различных приемов привлечения и активизации внимания
5. Критерий соблюдения дизайн-эргономических требований к компьютерной презентации	соблюдены требования к первому и последним слайдам, прослеживается обоснованная последовательность слайдов и информации на слайдах, необходимое и достаточное количество фото- и видеоматериалов, учет особенностей восприятия графической (иллюстративной) информации, корректное сочетание фона и графики, дизайн презентации не противоречит ее содержанию, грамотное соотнесение устного выступления и компьютерного сопровождения, общее впечатление от мультимедийной презентации

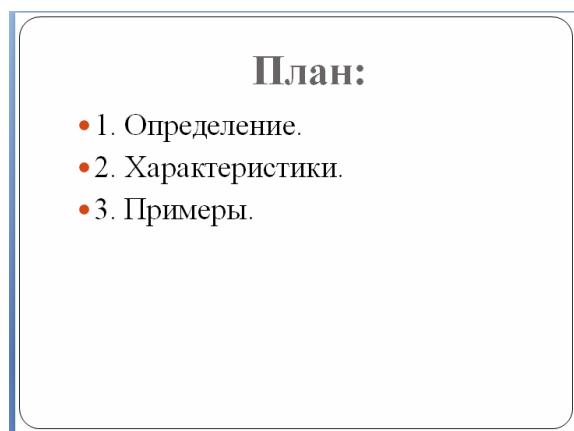
## 2.4 Пример выполнения задания

Пример выполнения индивидуального домашнего задания в форме презентации на тему «Биномиальное распределение»:

### Слайд 1:



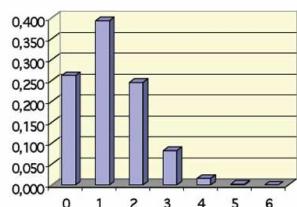
### Слайд 2:



### Слайд 3:

#### 1. Определение

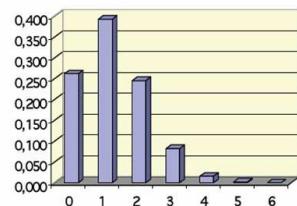
- Случайная величина, равная количеству успехов при проведении испытаний по схеме Бернулли, имеет **биномиальное распределение**.



### Слайд 4:

#### Свойства биномиального распределения

- Является дискретным (конечное число значений).
- Похоже на нормальное (bell-shaped – колоколообразное).



и т.д. ....

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1 Темы контрольной работы**

Контрольная работа выполняется на тему: «Расчет основных статистических параметров для большой выборочной совокупности». Полный перечень вариантов заданий представлен в ФОСе дисциплины.

#### **3.2 Содержание контрольной работы**

Введение.

1. Схематическое представление вариационного ряда.
  2. Графическое представление вариационного ряда.
  3. Расчет статистических показателей для большой выборочной совокупности.
- Статистическое заключение.

#### **3.3 Порядок выполнения контрольной работы**

1. Представьте вариационный ряд
  - 1.1. в схематическом виде;
  - 1.2. в графическом виде (гистограмма, кумулята, огива).
2. Рассчитайте основные статистические показатели для большой выборочной совокупности.

#### **3.4 Пример выполнения контрольной работы**

##### **1. Представление вариационного ряда**

###### **1. Схематическое представление вариационного ряда**

После изучения выборочная совокупность представляет собой ряд варьирующих значений признака, записанных в той последовательности, в какой они были получены.

Для построения вариационного ряда необходимо выполнить следующие действия:

###### **1. Выбрать $x_{min}$ и $x_{max}$**

$$x_{min} = 9,0; \quad x_{max} = 29,0$$

Установить размах варьирования:

$$x_{max} - x_{min} = 29,0 - 9,0 = 20.$$

###### **2. Определить классовый интервал:**

$$C = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{i} = \frac{29,0 - 9,0}{10} = 2,0,$$

где  $x_{max}$  – максимальное значение варианты;  $x_{min}$  – минимальное значение варианты;  $i$  – количество классов.

Количество классов можно рассчитывают по формуле:

$$i = \sqrt{n} = \sqrt{100} = 10,0,$$

где  $n$  – объем выборочной совокупности.

###### **3. Установить границы классов, то есть начало и окончание классов.**

###### **Границы классов**

Классы	Границы классов	Частоты
1	9,0 – 11,0	13,0
2	11,1 – 13,0	18,0
3	13,1 – 15,0	26,0
4	15,1 – 17,0	5,0
5	17,1 – 19,0	1,0

6	19,1 – 21,0	1,0
7	21,1 – 23,0	10,0
8	23,1 – 25,0	18,0
9	25,1 – 27,0	5,0
10	27,1 – 29,0	3,0

Частота	13	18	26	5	1	1	10	18	5	3
Накопленная частота	13	31	57	62	63	64	74	92	97	100

... и т.д.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

### **4.1 Тема 1. Системный подход и моделирование в экологии**

1. Понятие о системном подходе и системе.
2. Понятие о модели и моделировании.
3. Математические модели экосистем.
4. Системность в практической деятельности человека.
5. Системность познавательных процессов.
6. Системность окружающего мира.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Системный подход в экологии обусловил формирование целого направления, ставшего ее самостоятельной отраслью – *системной экологией*.

Системный подход – это направление в методологии познания объектов как систем.

Построение обобщенных моделей, отражающих все факторы и взаимосвязи в системе, является центральной процедурой системного анализа.

Системность – это не какое-то придуманное учеными качество. Системен окружающий нас мир. Системно само человеческое мышление. Однако есть разные уровни системности. Применительно к человеческому знанию, человеческой деятельности это особенно заметно.

Всякое наше осознанное (неосознанные действия пока оставим в стороне) действие преследует определенную цель. Во всяком действии легко увидеть его составные части, т.е. более мелкие действия. При этом легко убедиться, что эти действия (составные части) должны выполняться не в произвольном порядке, а в определенной последовательности. Это и есть определенная, подчиненная цели взаимосвязанность составных частей, которая и является признаком системности.

Системность человеческой деятельности может быть также выражена через другое понятие – алгоритмичность. В последнее время понятие алгоритма из математики было перенесено на другие виды человеческой деятельности.

Роль системных представлений в человеческой практике постоянно увеличивается, а с другой стороны растет сама системность человеческой практики.

Окружающий нас мир бесконечен. Человек же существует конечное время и располагает конечными материальными, энергетическими, информационными ресурсами. Но, тем не менее, человек получает мир и, идя долгой, извилистой тропой, совершая многочисленные ошибки, все же познает его верно, свидетельством чему является его практическая деятельность. А. Эйнштейн говорил, что самое удивительное в природе то, что она познаема.

Следовательно, человеческое познание имеет какие-то особенности, которые позволяют разрешать противоречие между неограниченностью желаний человека познать мир и ограниченностью его возможностей сделать это, между бесконечностью природы и конечностью ресурсов человечества.

### **4.2 Тема 2. Понятие общей теории систем и системного подхода**

1. Проблема принятия решений.
2. Причины, определяющие системные исследования.
3. Принципы системного подхода.
4. Определение системы.
5. Классификация систем.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Проблема принятия решений всегда играла особую роль в жизни как отдельного человека, так и общества в целом. Без преувеличения можно утверждать, что наша жизнь проходит в процессе принятия решений, в постоянном выборе одного из множества возможных действий в непрерывно изменяющихся ситуациях.

В научной литературе имеется целый набор близких по смыслу определений понятия «система» (греч. *systema* – составленное из частей, соединенное), взаимосвязанных между собой и в некоторой степени уточняющих смысл друг друга. Отсутствие строгого и единого определения системы объясняется чрезвычайной общностью этого понятия, для которого трудно подобрать адекватную формулировку.

Здесь мы приведем одно из известных определений, предложенное В.Н.Садовским. Система – это совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность.

Классификацией называется разбиение на классы по наиболее существенным признакам. Под классом понимается совокупность объектов, обладающие некоторыми признаками общности. Признак (или совокупность признаков) является основанием (критерием) классификации. Системы разделяют на классы по различным признакам, и в зависимости от решаемой задачи следует выбирать разные критерии классификации.

### **4.3 Тема 3. Системный анализ и его процесс**

1. Общие правила и алгоритмы анализа систем.
2. Общие правила и алгоритмы синтеза систем.
3. Обобщенный алгоритм анализа и синтеза систем.
4. Классификация методов анализа и синтеза систем.
5. Информационный метод.
6. Математические методы.
7. Кибернетические методы.
8. Исследование систем по аналогии.
9. Интуитивный метод.
10. Проблемный метод.
11. Комбинированный метод.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Задачи, возникающие при системном анализе сложных систем, чрезвычайно многообразны. Различны и методы их решения. К арсеналу используемых в системном анализе методов относятся и строго формализованные (математические методы оптимизации и принятия решения: исследование операций, математическое программирование, теория игр, математическая статистика и др.), и направленные на формализацию (экспериментальные исследования, методы их обработки, моделирование), и слабоформализованные (экспертные оценки, коллективный выбор), и в принципе не формализуемые операции (формулирование проблемы, выявление целей, определение критериев, генерирование альтернатив).

### **4.4 Тема 4. Основные системные понятия**

1. Жизненный цикл системы.
- 1.2. Рождение системы.
- 1.3. Развитие системы.
- 1.4. Гибель системы.
- 1.5. Противоречия в системе.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Жизненный цикл любой системы включает: создание (зарождение), функционирование, развитие и разрушение (гибель), восстановление.

#### **4.5 Тема 5. Биологические и экологические системы**

1. Биологические системы.
2. Особенности биологической системы.
3. Экологические системы. Место экологии среди других биологических наук. Современное состояние экологии.
4. Состояние биологических и экологических систем. Смена состояния системы: кризис, катастрофа, катаклизмы.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Биологическая система – это структура, выполняющая функции: (биохимическую, физиологическую, биоценотическую и т.д.), которая взаимодействует со средой и другими системами как единое целое; состоит из иерархии подсистем более низкого уровня (клетка, организм, популяция и т.д.) и, в свою очередь, является подсистемой для систем более высокого порядка.

Примерами биологических систем являются: клетка, ткани, органы, организмы, популяции, виды, биоценозы, экосистемы разных рангов и биосфера.

**Экосистема (экологическая система)** – основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов и среды их обитания, организованное потоками энергии и биологическим круговоротом веществ. Это фундаментальная общность живого и среды его обитания, любая совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования.

Системный подход в экологии обусловил формирование целого направления, ставшего ее самостоятельной отраслью – системной экологией.

#### **4.6 Тема 6. Общие сведения о моделях и моделировании**

1. Определение понятия «модель».
2. Классификация моделей.
3. Статистические модели (модель «черного ящика», модель состава системы, структурная модель системы).
4. Динамические модели (динамическая модель «черного ящика», динамическая модель состава, динамическая структурная модель).

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В окружающей действительности существует несметное множество систем, каждая из которых практически неисчерпаема по своим признакам, свойствам, характеристикам. Это в свою очередь порождает наличие разнообразных моделей даже для отдельно взятой системы. Такое обилие моделей требует их систематизации или классификации.

Множество всех систем модели принято делить на два больших класса: модели материальные (предметные) и модели абстрактные (идеальные или мысленные). Если первые воплощены в каких-либо материальных объектах, имеющих естественное или искусственное происхождение (отобранные в природе или созданные человеком для целей исследования), то вторые являются продуктом человеческого мышления; операции с такими моделями осуществляются в сознании человека.

#### **4.7 Тема 7. Методы экологических исследований**

1. Полевые, лабораторные и экспериментальные исследования.
2. Изучение растительных ассоциаций.
3. Экологическое изучение животных.
4. Основные показатели численности организмов.
5. Математические методы и моделирование.
6. Структурирование процессов моделирования.
7. Иерархия моделей.

8. Классификация методов моделирования.
9. Структурирование процессов моделирования.
10. Иерархия моделей.
11. Классификация методов моделирования.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Экология, как было отмечено ранее, имеет свою специфику. Объектом ее исследований служат не единичные особи, а группы особей, популяции и их сообщества, т.е. биологические макросистемы. Многообразие связей, формирующихся на уровне биологических макросистем, обуславливает разнообразие методов экологических исследований.

Моделирование (метод моделирования) является одним из основных методологических принципов, играющим ведущую роль в процессе современного научного познания и практического овладения реальной действительностью. Понятие «моделирование» используется как в широком, общепознавательном смысле, так и в узком, специальном.

В широком смысле слова моделирование как некоторый всеобщий аспект познавательного процесса является методом исследования объектов познания на их моделях. В узком смысле слова под моделированием понимают построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений (органических и неорганических систем, инженерных устройств, разнообразных процессов – физических, химических, биологических, социальных) и конструируемых объектов для определения либо улучшения их характеристик, рационализации способов их построения, управления ими и т.п.

Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания объекта-оригинала с помощью объектов-заместителей (моделей), при котором модель в определенном смысле отображает (воспроизводит, моделирует) какие-либо стороны самого объекта-оригинала.

#### **4.8 Тема 8. Моделирование природных процессов в решении экологических проблем**

1. Модель и моделирование в экологии.
2. Требования, предъявляемые к моделям. Виды моделей.
3. Научная основа природопользования.
4. Определение понятия «имитационное моделирование».
5. Время и пространство в имитационных моделях.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В экологии под моделью понимается материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал, и его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале. Модель упрощает действительность и в то же время показывает особенно ярко элементы и связи, интересующие исследователя.

Моделирование – метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования (натурного, математического, логического). Основывается он на теории подобия (сходства) с объектом-аналогом.

Имитационное моделирование – это искусственный эксперимент, при котором вместо проведения сложных натурных испытаний (с реальными объектами) проводятся специальные опыты на моделях.

Имитационные (симуляционные, игровые) модели, как следует из названия, позволяют смоделировать, воспроизвести некоторую реальную или гипотетическую ситуацию и определить, как в этой новой ситуации поведет себя изучаемый объект. Это, в

свою очередь, позволяет произвести предварительную проверку различных вариантов возможных действий по изменению существующей ситуации и сформулировать рекомендации, технологии внедрения инноваций.

#### **4.9 Тема 9. Моделирование эколого-экономических систем**

1. Основные понятия и принципы эколого-экономических систем и мониторинга окружающей среды.
2. Цели, принципы и задачи эколого-экономического мониторинга.
3. Моделирование экосистем и систем использования возобновляемых природных ресурсов.
4. Общие положения по оценке состояния систем в условиях неопределенности.
5. Прогнозирование состояния систем, функционирующих в условиях неопределенности.
6. Методы прогнозирования.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Моделирование в эколого-экономическом мониторинге играет важную роль как для анализа состояния систем, так и для оценки происходящих в них процессов. Это инструмент для разработки прогнозов и многовариантных сценариев отклика системы на природные явления и управленические решения.

В качестве системы рассматривается окружающая среда и связанные с ней объекты социальной и экономической сфер.

Значимыми считаются вопросы как сохранения самой окружающей среды, так и обеспечение экологического и социально-гигиенического благополучия человека.

Цель мониторинга – обеспечение управления своевременной и достоверной информацией.

Принципы – обеспечение управления мониторингом и направление антропогенной деятельности.

Предвидеть – значит управлять. Эта фраза стала крылатой, стала догмой, неучет которой в реальных действиях всегда приводит к поражению, проигрышу и другим негативным последствиям реализации управленического труда.

Предсказание – искусство суждения о будущем состоянии объекта, основанное на субъективной оценке большого количества качественных и количественных факторов.

Прогнозирование – творческий процесс, в результате которого могут быть получены параметры состояния объекта как на уровне предсказания, так и на уровне точных количественных оценок процесса.

Прогноз – конечный результат предсказания и прогнозирования.

Прогнозирующая система – система, включающая в себя различные элементы (математические, логические, эвристические и др.), на вход которой поступает имеющаяся информация о состоянии объекта, а на выходе выдается информация о будущем состоянии этого объекта.

Интервал наблюдения – отрезок времени, на котором имеются данные (статистика) о поведении объекта управления до настоящего момента времени.

Методы прогнозирования могут быть различны. Изучение этих методов является объектом целого ряда самостоятельных дисциплин.

#### **4.10 Тема 10. Моделирование в агрономии**

1. Особенности агрономических систем.
2. Категории агрономических моделей.
3. Структура модели продуктивности.
4. Балансовый и динамический характер моделей.
5. Прикладные динамические модели и управление агрономическими системами.

6. Типы динамичности в биологических системах.
7. Методы описания динамики биологических систем.
8. Особенности исследования биологических систем.
9. Перспективы использования моделей в агроэкологии.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В агроэкологических исследованиях традиционно используются модели и их различные модификации, применяемые в общей экологии. Это обусловлено тем, что биотическая часть агроэкосистемы содержит все звенья, свойственные любым наземным экосистемам, а абиотическая часть среды обитания используется растениями и животными как «жизненное пространство» и как источник энергии и минеральных элементов. Вместе с тем агроэкосистемам присущи существенные особенности, выделяющие их в естественных экосистемах. Так, агроэкосистемы функционируют только в результате постоянного управляющего воздействия со стороны человека. Это обуславливает высокую степень специализации агроэкосистем и интенсивный уровень эксплуатации.

Использование понятия «биологическая система» наиболее удобно при рассмотрении самых общих подходов исследования живых организмов. Выделяют три основных этапа системного анализа:

- изучение степени организованности биологического объекта, т.е. получение морфологического описания (структура, элементный состав);
- изучение законов его функционирования в условиях реального существования, т.е. получение функционального и информационного описаний;
- изучение пути развития биологического объекта, т.е. получение генетико-прогностического описания.

#### **4.11 Тема 11. Возможности математико-картографического моделирования растительности**

1. Возможности математико-картографического моделирования растительности.
2. Методика восстановления (моделирования) исходной растительности.
3. Восстановление ареалов исходной растительности.
4. Тенденция вековой динамики лесной растительности в связи с изменением климата.
4. Математико-картографическое моделирование в гидрологии.
6. Математико-картографическое моделирование для расчета комплекса природоохранных мероприятий.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Картографическое моделирование растительности в основном связано с аппроксимацией структуры, продуктивности и других характеристик растительности.

В последние десятилетия, в результате широкого использования персональных компьютеров появились большие возможности для составления серии карт прогнозной лесной растительности, отражающих наиболее вероятную растительность при заданных параметрах среды.

В последнее время в гидрологии, как и в других областях естествознания, при внедрении компьютерных технологий для решения инженерных и научных задач широко применяются математико-картографические методы моделирования.

Использование этих методов позволяет прогнозировать важные, а порой и опасные для жизни человека явления, такие как паводки, границы распространение загрязняющих веществ и т.д. Также с их помощью можно определять различные показатели продуктивности рыбных хозяйств, необходимые мелиоративные работы, характеристики водного потока для гидроэнергетики и т.д.

Математико-картографическое моделирование позволяет нам рассчитывать значения какого-то показателя или явления на всей исследуемой территории на основе дискретно распределенных данных. Для этого используются различные методы геостатистического анализа, в основе которого лежит интерполяция, экстраполяция, аппроксимация данных и различные способы картографического изображения, которые основаны на классификации данных.

Моделирование позволяет на основе разных факторов осуществлять комплексную оценку территории для ее пригодности под определенные поставленные задачи, проводить районирование, ранжирование и кластеризацию. Моделирование на основе разновременных данных позволяет нам оценить динамику развития какого-либо явления и дать качественный прогноз.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

### **5.1 Лабораторная работа 1**

**Тема: Расчет основных статистических показателей для большой выборочной совокупности.**

1. Образование выборочной совокупности.
2. Образование вариационных рядов.
3. Графическое отображение вариационных рядов.
4. Расчет статистических показателей.
5. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Статистическая совокупность подвергается упорядочиванию, которое заключаются в следующем:

- а) находится минимальная и максимальная варианты;
- б) весь диапазон значений признака разбивается на « $k$ » интервалов одинаковой протяженности  $h = (x_{\max} - x_{\min})/k$ ;
- в) находятся граничные точки каждого из интервалов;
- г) затем подсчитывается число вариантов  $N_i$ , попавших в интервал, причем варианты, попавшие на границы интервалов, относят только к одному из интервалов.

**Графическое изображение вариационных рядов:** обычно табличное распределение частот дополняют его графическим представлением. Схематически все множество графических представлений статистических данных разделяют на два класса: диаграммы и линейные изображения. К классу линейных графиков относятся полигон, кумулятивная кривая, огива.

### **5.2 Лабораторная работа 2**

**Тема: Расчет теоретических частот для кривой нормального распределения.**

1. Кривая распределения.
2. Вычисление теоретических частот по уравнению Лапласа-Гаусса.
3. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Показатели частот вариационных рядов по диаметру либо по высоте являются отражением частного случая распределения – для конкретного насаждения, в котором производился обмер деревьев. Если взять близкое по характеристикам насаждение, то его распределение деревьев необязательно совпадает с полученными аналитическими данными.

При решении задач связанных с обработкой лесоводственной информации часто необходимо выявлять принадлежность кривой отражающей распределение частот наблюдаемых экспериментальных значений к определенному типу.

Наиболее распространенным типом распределения является нормальное – которое характеризуется колокообразной формой с осью симметрии совпадающей со среднеарифметической величиной. При отклонении от оси симметрии вправо или влево используются другие типы распределений.

### **5.3 Лабораторная работа 3**

**Тема: Статистическое сравнение эмпирического распределения с теоретическим по критерию  $\chi$ -квадрат Пирсона.**

1. Критерии оценки статистических гипотез.
2. Критерии проверки статистических гипотез.

3. Схема использования статистических критериев в области лесного дела при строгом доказательстве нулевой гипотезы.
4. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Критерии различия, при помощи которых могут быть сравнены статистические совокупности, разделяются на две группы: параметрические и непараметрические. К первой группе относятся критерии, для применения которых необходимо вычислить среднюю арифметическую, сигму или ошибки параметров (критерий Стьюдента, Фишера).

Непараметрические критерии не требуют для своего применения вычисления названных показателей, что упрощает процесс сравнения совокупностей. Критерий согласия Пирсона (или  $\chi^2$ ), критерий Колмогорова (или лямбда  $\lambda$ ) относятся к непараметрическим критериям.

Оценка близости, согласованности в распределении частот, вычисленных для любого типа распределений и полученных по фактическим данным производится при помощи критерия Пирсона. Он может быть также применен как для сравнения двух вариационных рядов, так и для установления правильности выбора теоретического распределения.

#### **5.4 Лабораторная работа 4**

##### **Тема: Статистическое сравнение двух выборочных средних по t-критерию Стьюдента при равнозначных выборках.**

1. Определение фактического t-критерию Стьюдента.
2. Статистическое сравнение двух выборочных средних.
3. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

t-критерий Стьюдента – общее название для статистических тестов, в которых статистика критерия имеет распределение Стьюдента. Наиболее часто t-критерии применяются для проверки равенства средних значений в двух выборках. Нулевая гипотеза предполагает, что средние равны (отрицание этого предположения называют гипотезой сдвига).

Все разновидности критерия Стьюдента являются параметрическими и основаны на дополнительном предположении о нормальности выборки данных. Поэтому перед применением критерия Стьюдента рекомендуется выполнить проверку нормальности. Если гипотеза нормальности отвергается, можно проверить другие распределения, если и они не подходят, то следует воспользоваться непараметрическими статистическими тестами.

#### **5.5 Лабораторная работа 5**

##### **Тема: Корреляция большой выборочной совокупности.**

1. Группировка выборочной совокупности.
2. Расчет статистических характеристик по ряду x.
3. Расчет статистических характеристик по ряду y.
4. Характеристики связи большой выборочной совокупности.
5. Построение графика корреляции.
6. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Понятие корреляции является одним из основных понятий теории вероятностей и математической статистики, оно было введено Гальтоном и Пирсоном.

Закон природы или общественного развития может быть представлен описанием совокупности взаимосвязей. Если эти зависимости стохастичны, а анализ осуществляется по выборке из генеральной совокупности, то данная область исследования относится к задачам стохастического исследования зависимостей, которые включают в себя корреляционный, регрессионный, дисперсионный и ковариационный анализы. В данном разделе рассмотрена теснота статистической связи между анализируемыми переменными, т.е. задачи корреляционного анализа.

В качестве измерителей степени тесноты парных связей между количественными переменными используются коэффициент корреляции (или то же самое «коэффициент корреляции Пирсона») и корреляционное отношение.

Пусть при проведении некоторого опыта наблюдаются две случайные величины  $X$  и  $Y$ , причем одно и то же значение  $x$  встречается  $n_x$  раз,  $y$  -  $n_y$  раз, одна и та же пара чисел  $(x, y)$  наблюдается  $n_{xy}$  раз. Все данные записываются в виде таблицы, которую называют корреляционной.

## 5.6 Лабораторная работа 6

### Тема: Модели динамики численности популяций.

1. Основные свойства популяций.
2. Основные понятия и количественные закономерности.
3. Методы обработки и анализа результатов натурных наблюдений.
4. Статистическое заключение.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Популяция – это совокупность особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно заселяющих общую территорию. Основные характеристики популяции: численность, плотность, рождаемость, смертность, темп роста и др.

Кроме того, популяции имеют определенную структуру: возрастную (соотношение особей разного возраста), сексуальную (соотношение полов), пространственную (колонии, семьи, стаи и пр.). Так возрастная структура популяции является важной характеристикой влияющей на рождаемость и смертность. Соотношение разных возрастных групп в популяции определяет ее способность к размножению в данный момент, причем обычно в быстро растущих популяциях значительную долю составляют молодые особи. Соотношение молодых особей у промысловых птиц и пушных зверей к численности всей популяции определяет во время охотничьего сезона размер допустимых квот на отстрел или отлов.

Соотношение полов также имеет практическое значение (стада домашних животных, когда без ущерба динамики численности популяции можно изъять определенное количество особей того или иного вида).