

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
протокол от 30.10.2023 г. № 23.10

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование биологических процессов**

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- Цель дисциплины – подготовка специалистов, владеющих в системе полученных биологических знаний основами количественной радиобиологии, методами биофизического моделирования и концептуальной основой интерпретации наблюдаемых фактов и закономерностей.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с основами количественной радиобиологии и теории сложных биологических процессов;
- способствовать формированию междисциплинарного научного мировоззрения, на основе биологических, физических и математических методов;
- развить способность самостоятельного критического анализа радиобиологических данных с использованием стохастической концепции радиационного воздействия;
- показать важность роли международного сотрудничества и научного обмена в научно-исследовательской работе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части, и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин бакалавриата или специалитета: «Математика», «Информатика», «Основы теории вероятностей и математическая статистика», «Биометрия».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Радиационная эпидемиология и радиационная безопасность», «Экспериментальные основы ядерной медицины и радиофармпрепараты».

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенций | Результаты освоения ООП<br><i>Содержание компетенций*</i>   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**  |
|------------------|---|--|
| ОПК-1            | Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности | З-ОПК-1 Знать: современные актуальные проблемы, основные открытия и методологические разработки в области биологических и смежных наук;<br>У-ОПК-1 Уметь: анализировать тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку<br>В-ОПК-1 Владеть: навыком деловых коммуникаций в междисциплинарной аудитории, представления и обсуждения предлагаемых решений |
| ОПК-4            | Способен участвовать в проведении экологической   | З-ОПК-4 Знать: теоретические основы, методы и нормативную документацию в области   |

|       |  |   |
|-------|--|---|
|       | экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности  | экологической экспертизы, особенности обследования и оценки экологического состояния территорий и акваторий, методы тестирования эффективности и биобезопасности продуктов технологических производств;<br>У-ОПК-4 Уметь: применять профессиональные знания и навыки для разработки и предложения инновационных средств и методов экологической экспертизы;<br>В-ОПК-4 Владеть: опытом планирования экологической экспертизы на основе анализа имеющихся фактических данных.  |
| ОПК-6 | Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок  | З-ОПК-6 Знать: пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании<br>У-ОПК-6 Уметь: работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности<br>В-ОПК-6 Владеть: необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.  |
| УКЦ-1 | Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде | З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы<br>У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности<br>В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий   |
| ПК-1  | способен использовать информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок, формулировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач                       | З-ПК-1 Знать: методы и способы решения исследовательских задач по тематике проводимых исследований и (или) разработок; нормативные и технические требования к использованию информационных ресурсов, объектов научной, опытно-экспериментальной и приборной базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок<br>У-ПК-1 Уметь: проводить информационный поиск для решения исследовательских задач<br>В-ПК-1 Владеть: методами проведения исследований, экспериментов, наблюдений, измерений под руководством более квалифицированного работника; методами формулирования выводов по итогам проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.), 72 академических часа.

#### 4.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

| Вид учебной работы                                  | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 1         |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                   | <b>28</b>   | <b>28</b> |
| <i>в том числе:</i>                                 | -           |           |
| лекции  |             |           |
| практические занятия/ семинары                      | 28          | 28        |
| лабораторные работы                                 |             |           |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>      | <b>44</b>   | <b>44</b> |
| <i>в том числе:</i>                                 | -           | -         |
|   |             |           |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) часов | 3           | 3         |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ</b>                           |             |           |
| час   | 72          |           |
| зач.ед.   | 2           |           |

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| № п/п     | Наименование раздела /темы дисциплины   | Общая трудоемкость всего (в часах) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |           |     | СРО       | Формы текущего контроля успеваемости              |
|-----------|---|------------------------------------|---|-----------|-----|-----------|---|
|           |   |                                    | Аудиторные учебные занятия  |           |     |           |   |
|           |   |                                    | Лек   | Сем/Пр    | Лаб |           |   |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1 Введение. Статистические оценки параметров распределения.</b>   | <b>34</b>                          |   | <b>14</b> |     | <b>24</b> |   |
| 1.1.      | Тема 1.1. Введение. Основные этапы анализа данных.  |                                    |   | 2         |     | 0         | Устный опрос<br>Доклады                           |
| 1.2.      | <b>Тема 1.2.</b> Типы распределения. Проверка нормальности распределения. Статистические оценки параметров распределения. |                                    |   | 2         |     | 1         | письменный опрос, вопросы к зачету                |
| 1.3       | Тема 1.3 Описательная статистика. Ошибки экспериментальных данных   |                                    |   | 2         |     | 4         | Устный опрос, решение задач<br>контрольная работа |
| 1.4       | Тема 1.4 Параметрические критерии достоверности оценок.   |                                    |   | 2         |     | 4         | Устный опрос, решение задач<br>контрольная работа |
| 1.5       | Тема 1.5. Непараметрические критерии достоверности  |                                    |   | 2         |     | 4         | Устный опрос, решение задач<br>контрольная работа |

|     |  |    |  |    |  |    |   |
|-----|--|----|--|----|--|----|---|
|     | оценок.  |    |  |    |  |    | работа  |
| 1.6 | Тема 1.6. Регрессия и корреляция.  |    |  | 2  |  | 4  | Устный опрос, решение задач   |
| 1.7 | Тема 1.7. Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах         |    |  | 2  |  | 6  | Устный опрос, решение задач в компьютерных программах <i>MathCad</i> , <i>Statistics</i> , <i>Excel</i> . |
| 2.  | <b>Раздел 2 Основы моделирования биологических процессов.</b>                        | 34 |  | 14 |  | 20 |   |
|     | Тема 2.1. Автономные дифференциальные уравнения при описании биологических процессов |    |  | 4  |  | 10 | Устный опрос, решение задач в компьютерных программах <i>MathCad</i> . контрольная работа                 |
|     | <b>Тема 2.2.</b> Непрерывные во времени модели динамики численности популяций        |    |  | 6  |  | 6  | Устный опрос, решение задач в компьютерных программах <i>MathCad</i> . контрольная работа                 |
|     | Тема 2.3 Оценка биологических рисков   |    |  | 4  |  | 4  | Устный опрос, решение задач в компьютерных программах <i>MathCad</i> . контрольная работа                 |
|     | <b>Зачет</b>   |    |  |    |  |    |   |

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Практические/семинарские занятия

| №    | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание   |
|------|--|--|
| 1.   | <b>Раздел 1 Введение. Статистические оценки параметров распределения.</b>  |  |
| 1.1. | Тема 1.1. Введение. Основные этапы анализа данных.   | История развития применения информационных и математических методов в биологических исследованиях. Признаки и их свойства. Классификация признаков. Способы регистрации первичных данных в биологическом исследовании. Варьирование результатов наблюдения и его причины. Способы группировки первичных данных.  |
| 1.2. | Тема 1.2. Типы распределения. Проверка нормальности распределения. Статистические оценки параметров распределения. | Распределение признака. Вариационный ряд - способ изображения распределения признака. Интервальный и безинтервальный вариационные ряды. Законы распределения случайных величин. Нормальное распределение. Проверка нормальности распределения. Критерий Колмогорова - Смирнова, Шапиро -Уилка. Асимметрия и эксцесс.                                       |
| 1.3  | Тема 1.3 Описательная статистика. Ошибки экспериментальных данных  | Графическое изображение распределения признака. Гистограмма, полигон распределения, кривая распределения (вариационная кривая), кумюлята. Определение нормальности распределения признака. Критерии асимметрии и эксцесса. Нулевая гипотеза для случая определения нормальности распределения. Основные статистические показатели выборочной совокупности. |

|           |  |   |
|-----------|--|---|
|           |  | Статистические показатели первой группы. Степенные средние. Средняя арифметическая, ее свойства. Структурные средние: мода, медиана, квантили. Статистические показатели второй группы. Среднее линейное отклонение. Дисперсия и свойства этого показателя. Число степеней свободы. Стандартное отклонение и его значение в биологической статистике. Коэффициент вариации. Нормированное отклонение. Правило «шести сигм».   |
| 1.4       | Тема 1.4 Параметрические критерии достоверности оценок.                              | Биноминальное распределение. Распределение Пуассона. Параметрические критерии: критерий Стьюдента (t-критерий), критерий Фишера (F-критерий). Формулирование нулевой гипотезы для определения доверительных различий. Сравнение выборочных долей. Сравнение показателей вариации.   |
|           | Тема 1.5. Непараметрические критерии достоверности оценок.                           | Непараметрические критерии: критерий Краскела-Уоллиса и медианный тест; Манна-Уитни; критерий знаков, критерий Вилкоксона.  |
|           | Тема 1.6. Регрессия и корреляция.  | Дисперсионный анализ. Анализ однофакторного дисперсионного комплекса. Оценка силы влияния и достоверности силы влияния фактора. Нулевая гипотеза для дисперсионного анализа однофакторного комплекса. Анализ двухфакторного дисперсионного комплекса. Корреляционный анализ Корреляция. Виды корреляционных связей. Основные характеристики корреляционной связи - степень связи (сила), направление и форма связи. Коэффициент корреляции. Достоверность коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Z-преобразование Фишера. Частный и множественный коэффициенты корреляции. Способы выражения регрессии. Метод наименьших квадратов. Уравнение прямолинейной регрессии. Нелинейная регрессия. Виды уравнений нелинейной регрессии. |
|           | Тема 1.7. Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах         | Общая характеристика программного обеспечения анализа данных на персональных компьютерах. Представление данных для работы с пакетами прикладных программ по анализу данных. Система программ для анализа данных <i>MathCad. Statistics. Excel.</i>  |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2 Основы моделирования биологических процессов.</b>                        |   |
| 2.1.      | Тема 2.1. Автономные дифференциальные уравнения при описании биологических процессов | Составление фазового портрета. Анализ положительной и отрицательной функции, определение устойчивости состояния фазовой точки. Описание качественных свойств решений $x(t)$ автономного уравнения.  |
| 2.2.      | Тема 2.2. Непрерывные во времени модели динамики численности популяций.              | Анализ динамики роста популяции в условиях неограниченных ресурсов питания (модель Мальтуса). Модель взаимодействия популяций «хищник – жертва».  |
| 2.3       | Тема 2.3 Оценка биологических рисков   | Модель конкурирующих рисков. Оценка интенсивности биологического процесса. Основные принципы оценки биологического риска. Спонтанная частота определенного процесса. Избыточный абсолютный риск. Относительный риск.  |

### Лабораторные занятия

| №         | Наименование раздела /темы дисциплины  | Название лабораторной работы<br>Содержание  |
|-----------|--|---|
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1 Введение. Статистические оценки параметров распределения.</b>                |   |
| 1.2.      | Тема 1.2. Типы распределения. Проверка нормальности распределения. Статистические оценки | Проверка соответствия данных закону распределения случайных величин с помощью программы STATISTICA. создание выборки, подбор данных, группировка данных, создание выборок по разным признакам (рост, пол, группа крови) |

|           |  |  |
|-----------|--|--|
|           | параметров распределения.  |  |
| 1.3.      | Тема 1.3 Описательная статистика. Ошибки экспериментальных данных                    | Основные статистические показатели выборочной совокупности. Решение задач, описание выборки по средней величине и варьированию признака.   |
| 1.4.      | Тема 1.4 Параметрические критерии достоверности оценок.                              | Статистические сравнения количественных признаков. Решение задач, формулировка нулевой гипотезы, принятие решения об опровержении нулевой гипотезы. Сравнение выборочных долей. Альтернативные признаки. Понятие о доле. Характеристика выборки с применением выборочной доли. Оценка варьирования качественных признаков. Ошибка выборочной доли. Работа со статистическими программами.  |
| 1.5       | Тема 1.5. Непараметрические критерии достоверности оценок.                           | Сравнение средних в двух независимых группах (критерий Манна-Уитни). Сравнение средних нескольких независимых групп (критерий Краскела-Уоллиса, медианный тест). Сравнение средних в двух зависимых выборках (критерий знаков, критерий Вилкоксона).   |
| 1.6       | Тема 1.6. Регрессия и корреляция.  | Вычисление коэффициента линейной корреляции, критериев нелинейной корреляции. Формулировка нулевой гипотезы при определении достоверности коэффициентов силы связи между признаками и при оценке формы связи между признаками. Вычисление коэффициентов силы связи качественных признаков. Определение уравнения линейной регрессии. Определение коэффициента множественной, частной корреляции. Требования к формированию выборки для проведения регрессионного анализа. Работа с программой <i>Microsoft Excel</i> . |
| 1.7       | Тема 1.7. Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах         | Анализ данных с помощью программы <i>Microsoft Excel</i> . Анализ данных в системе <i>Statistics, MathCAD</i> .  |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2 Основы моделирования биологических процессов.</b>                        |  |
| 2.1.      | Тема 2.1. Автономные дифференциальные уравнения при описании биологических процессов | Модель Мальтуса, модель популяционного взрыва в среде программирования <i>MathCAD</i>  |
| 2.2.      | Тема 2.2. Непрерывные во времени модели динамики численности популяций.              | Динамика популяции с постоянным источником в среде программирования <i>MathCAD</i><br>Модель конкурирующих рисков.   |
| 2.3       | Тема 2.3 Оценка биологических рисков   | Оценка интенсивности биологического процесса с использованием максимума правдоподобия. Определение параметров модели избыточного абсолютного риска.  |

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- 1) Горский А.И. Математические методы в биологии и оценка экологического риска: Учебное пособие . – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. – 60 с.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

| № п/п | Контролируемые разделы | Код контролируемой компетенции | Наименование |
|-------|------------------------|--------------------------------|--------------|
|-------|------------------------|--------------------------------|--------------|

|    | (темы) дисциплины<br>(результаты по разделам) | (или её части) / и ее формулировка | оценочного средства  |
|----|---|------------------------------------|--|
| 1. | Раздел 1                                      | ОПК-1, 4, 6                        | Ситуационные задачи<br>Компетентностно-ориентированные творческие задания<br>Контрольная работа 1<br>Зачет |
| 2. | Раздел 2                                      | УКЦ-1, ПК-1                        | Контрольная работа 2<br>Ситуационные задачи,<br>Коллоквиум<br>Зачет  |

## 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 7.2.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Первичная обработка экспериментальных данных.
2. Прямые и косвенные измерения
3. Проверка статистических гипотез.
4. Оценка случайных погрешностей.
5. Определение величины дисперсии
6. Представление о генеральной и выборочной совокупности: методы сбора вариант в выборку.
7. Законы распределения случайных величин.
8. Вариационный ряд и его графическое изображение; интервальный и безинтервальный вариационный ряд.
9. Асимметрия и эксцесс. Средние величины: степенные и структурные средние.
10. Показатели вариации выборочной совокупности.
11. Статистические оценки генеральных параметров.
12. Интервальные оценки генеральных параметров.
13. Статистические сравнения; критерии достоверности различий между выборками: (t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера).
14. Корреляция, коэффициент корреляции. Описание корреляции между качественными признаками.
15. Корреляционный анализ.
16. Регрессионный анализ.
17. Кластерный анализ.
18. Характеристика процесса анализа данных в программных продуктах: Statistica, MS Excel.
19. Специфика моделирования живых систем
20. Динамика популяций Проблемы динамики численности популяций в современной биологии
21. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
22. Непрерывные во времени модели численности популяции.
23. Модель Мальтуса популяционного взрыва.
24. Модель Ферхюльса.
25. Модель конкурирующих рисков
26. Основные распределения случайных величин: нормальное, Пуассона, Бернулли.
27. Оценка зависимости «доза – эффект» без учета индивидуальной дозы.
28. Оценка зависимости «доза – эффект» с учетом индивидуальной дозы.
29. Профиль функции максимального правдоподобия
30. Модель относительного риска



31. Модель абсолютного риска
32. Риск: спонтанная частота определенного процесса, избыточный абсолютный риск, избыточный относительный риск, атрибутивный риск
33. Основные принципы оценки экологических рисков
34. Оценка интенсивности биологических процессов
35. Модель взаимодействия «Хищник – жертва»

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

- правильность, полнота и логичность построения ответа;
- умение оперировать специальными терминами;
- использование в ответе дополнительного материала;
- умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к экзамену по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 20, максимальный – 40.

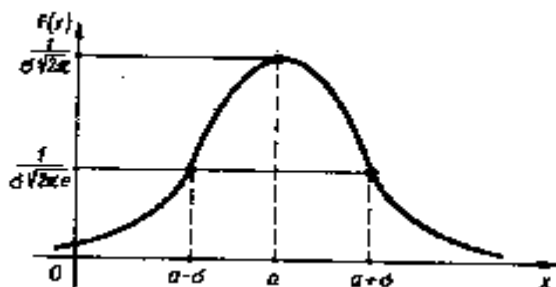
### 7.2.2. Контрольная работа

а) типовые задания (вопросы) - образец:

#### Контрольная работа по курсу «Математическое моделирование биологических процессов» КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (15 Б)

##### В-01

1. Что понимают под измерением? Чем отличаются прямые и косвенные измерения? Приведите примеры.
2. Перечислите и охарактеризуйте известные вам погрешности.
3. На рисунке изображена кривая, которую называют кривой Гаусса. Как видно из рисунка, нормальная кривая имеет колоколообразную форму. Формой какого распределения является эта кривая? В каком случае может быть такое распределение?



4. Что понимают под доверительным интервалом?
5. Какой характер носит величина абсолютной погрешности результата серии измерений? От чего зависит эта величина?
6. В некоторых случаях приходится определять не среднее значение измеряемой величины, а разброс отдельных измерений относительно средней величины, характеризуемой величиной дисперсии распределения  $\sigma^2$ . Немецкий оптик Э. Аббе в 1863 г. открыл этот закон, однако его работа осталась незамеченной, пока в 1900 году это распределение не было вновь открыто английским математиком и биологом. Назовите это распределение и

имя английского ученого. Приведите примеры биологических исследований, для которых применимо именно это распределение.

7. Каким образом производится выявление и исключение промахов из серии экспериментов?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

**Контрольные работы** проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом. Они проводятся в форме тестов или ином виде по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям: правильность, полнота и логичность письменного ответа, способностью проиллюстрировать ответ примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 15. Первичный балл переводится в рейтинговый по шкале:

Оценка заданий:

| № задания         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Всего | Зачет |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|-------|-------|
| Количество баллов | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 15    | 8     |

### 7.2.3. Устный опрос

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Оценочные средства представлены тематикой и вопросами, разработанными для обсуждения на семинарских занятиях.

**Тема 1.3.** Описательная статистика. Ошибки экспериментальных данных

*Вопросы:*

1. Сформулируйте статистическое заключение: что означает принять или отклонить нулевую гипотезу ( $H_0$ ): а) при сравнении эмпирического и теоретического распределений; б) при сравнении двух выборочных совокупностей; в) в корреляционном анализе; г) в дисперсионном анализе;
2. В чем различие информации и данных?
3. Определение и пример случайной величины.
4. Что называется дисперсией, перечислите свойства этого показателя.
5. что понимают под степенями свободы? Число степеней свободы.
6. Стандартное отклонение и его значение в биологической статистике.
7. Коэффициент вариации.
8. Нормированное отклонение.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Устный опрос проходит в форме развернутой беседы – творческой дискуссии, основанной на подготовке всей группы по объявленной заранее теме при максимальном участии в обсуждении студентов группы. Как правило, один студент раскрывает один вопрос темы, давая наиболее полный ответ. Остальные делают дополнения, высказывают различные суждения и

аргументацию, могут задавать вопросы друг другу и преподавателю. Преподаватель направляет ход дискуссии, обращая внимание на существующие научные проблемы обсуждаемой темы, предлагая студентам найти собственное их решение.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная оценка за устное выступление и работу на семинарском занятии – 3 балла.

**3 балла** – студент дает полный ответ на поставленный вопрос, речь его свободна и грамотна, конспект не зачитывается, а используется лишь как опорный, студент делает важные дополнения по существу других вопросов, значительно проясняющие отдельные аспекты, которые не являются повторами, хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует знание источников, библиографии, различных точек зрения по изучаемой теме, умеет анализировать тексты, приходит к самостоятельным аргументированным выводам и отстаивает свою точку зрения, соблюдает нормы литературной речи.

**2 балла** – студент хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует умение критически анализировать источники и различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, приходит к самостоятельным аргументированным выводам, не проявляет активность в работе группы на семинаре (готовится и отвечает только на один вопрос семинарского занятия).

**1 балл** – студент неполно владеет материалом, при изложении фактического материала допускает отдельные неточности, знает различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, но возникают трудности с их анализом, умеет излагать собственную позицию, но не все выводы носят доказательный характер, при ответе активно пользуется конспектом вплоть до его зачитывания.

#### 7.2.4. Доклад

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Примерные темы докладов по курсу

1. Корреляция (коэффициент корреляции Пирсона).
2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
3. Основные характеристики варьирующих объектов.
4. Законы распределения. Основные виды распределений.
5. Асимметрия и эксцесс.
6. Показатель точности оценок.
7. Интервальные оценки
8. Критерии достоверности оценок.
9. Статистические гипотезы и их проверка

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Доклад – устное выступление студента, являющееся результатом его самостоятельной подготовки по заранее полученной теме и в соответствии с требованиями к «Самостоятельной работе студентов».

Выступление во время доклада, как правило, рассчитано на 6-7 минут, не может превышать установленное время, должно строго соответствовать объявленной теме. Приветствуются доклады с дополнительным использованием презентаций и мультимедийной техники.

Во время выступления студент может использовать свободную речь близко к тексту доклада, однако вправе зачитывать подготовленный им текст, демонстрируя владение материалом. Речь должна быть четкая, громкая, выразительная и эмоциональная.

Обязательным элементов процедуры доклада является его обсуждение. Студентам группы предлагается задавать докладчику вопросы по теме доклада, что вправе сделать и преподаватель. В завершении возможна дискуссия.

в) описание шкалы оценивания:

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и ответы на вопросы до 2-х баллов. Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4-х баллов.

Критерии оценки устного выступления.

**2 балла** (максимальная оценка) – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, легко воспринимается аудиторией, при ответе на вопросы выступающий демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

**1,5 балла** – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, но обоснование сделанных выводов не достаточно аргументировано, неполно раскрыто содержание проблемы.

**1 балл** – выступающий передает содержание проблемы, но не демонстрирует умение выделять главное, существенное, выступление воспринимается аудиторией сложно, ответы на вопросы поверхностные, либо вызывают у докладчика затруднение.

**0 баллов** – доклад краткий, поверхностный, несамостоятельный, докладчик не разбирается в сути вопроса, не может представить его в аудитории.

### 7.2.5. Отчет по самостоятельной работе

а) Примерное типовое задание на занятии.

**Тема 1.2.** Типы распределения. Проверка нормальности распределения. Статистические оценки параметров распределения.

#### Работа 2.3. Анализ данных в пакете Statistica 6.0

Первичную обработку эмпирических данных можно провести, используя данные (файл) из папки StatSoft\STATISTICA 6\Examples, однако мы создадим новый файл (выборку).

*Создание файла данных*

Запустим программу Statistica и последовательно выполним команды *File*→*New*. Во всплывшем меню *Create New Document* заполним поля *Number of variable* – 1; *Number of cases* – 125; *As a stand-alone window*. Будет создана пустая таблица (файл данных), состоящая из одного столбца и 125 строк. Документ можно сохранить – *Save as Lab\_1.sta*. Заполним таблицу данными, распределенными по закону  $N(m_x, \sigma_x)$ . Для этого правой клавишей мыши щелкнем по имени переменной. Во всплывшем меню выбираем опцию *Variable Specs...*, затем в меню переменной в нижнем поле *Long name ...* зададим вид функции *Functions* распределения случайных данных:

=VNormal(Rnd(1);5;3)                     $N(5, 3)$ ;

Можно задать другие законы распределения эмпирических данных, например:

=Rnd(100)    равномерно распределенные на [0; 100];

= VExpon(Rnd(1);5)    показательное распределение  $\lambda = 5$ .

*Построение вариационного ряда*

Для построения вариационного ряда нужно правой клавишей мыши щелкнуть по имени переменной и во всплывшем меню выбрать опцию *Sort Cases*. Не забудьте указать направление сортировки – от меньшего, к большему. При необходимости сохранить исходные данные, вариационный ряд можно построить в следующей переменной, предварительно скопировав в нее данные. К сожалению, анализировать вариационный ряд большой выборки достаточно сложно, поэтому применим группирование данных.

*Группирование данных*

В программе существуют различные модули для группирования данных и построения различных графиков. Прежде, чем группировать данные, качественно оценим, насколько наша выборка близка к нормальному распределению. С этой целью построим график на нормальной вероятностной бумаге. Выполним последовательно команды *Statistics*→*Basic Statistics/Tables*→*Descriptive Statistics*→*Normal probability plot*; *Variable* – *Normal* (см. рис. 1.1).

Для группирования данных воспользуемся командами Graphs→Histograms→2D Histograms. В открывшемся меню выберем опции Variables – Normal, Graph type – Regular, Fit type – Normal, Categories – 50 (число интервалов группирования). Опция Fit type строит на гистограмме частот теоретическую кривую, имеющую те же параметры, что и исходные данные. Построенные графики можно отредактировать и сохранить (см. рис. 1.2).

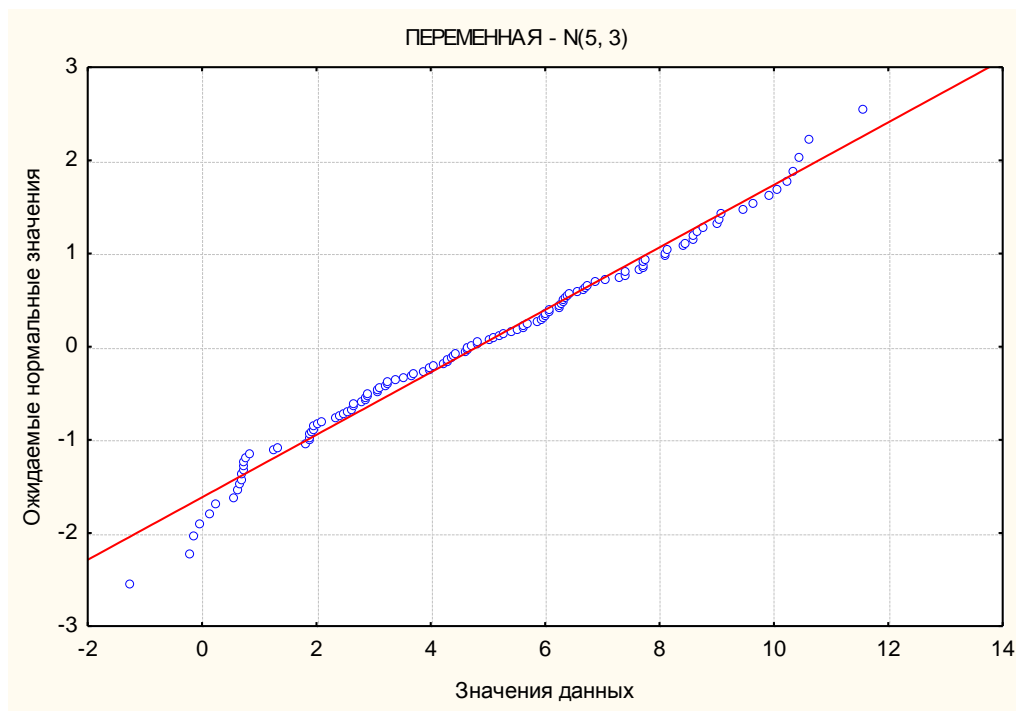
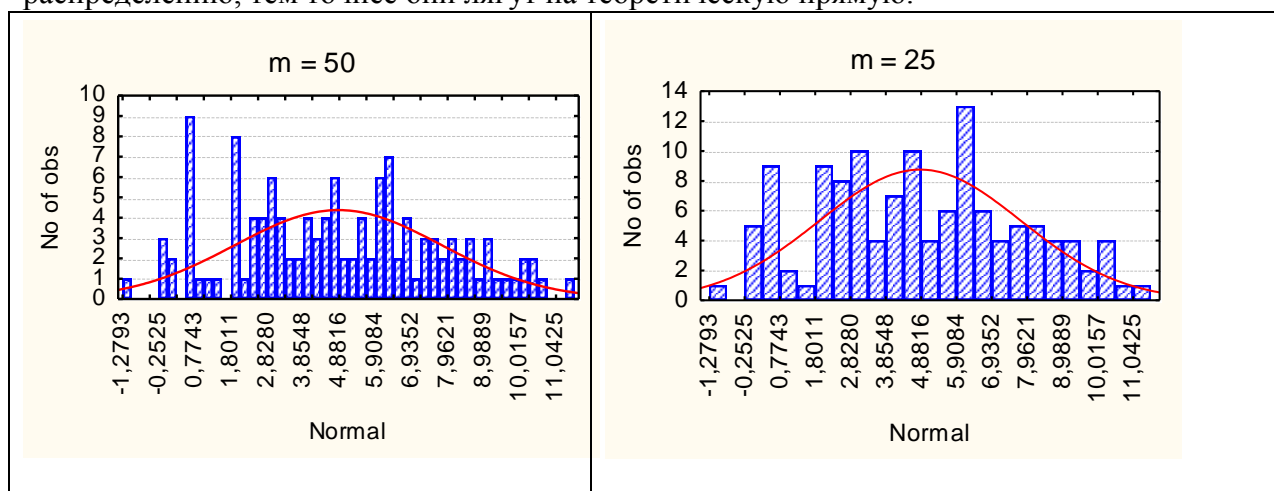


Рис. 1.1. График исходной выборки на нормальной вероятностной бумаге

При анализе графика следует учесть, чем ближе исходные данные к нормальному распределению, тем точнее они лягут на теоретическую прямую.



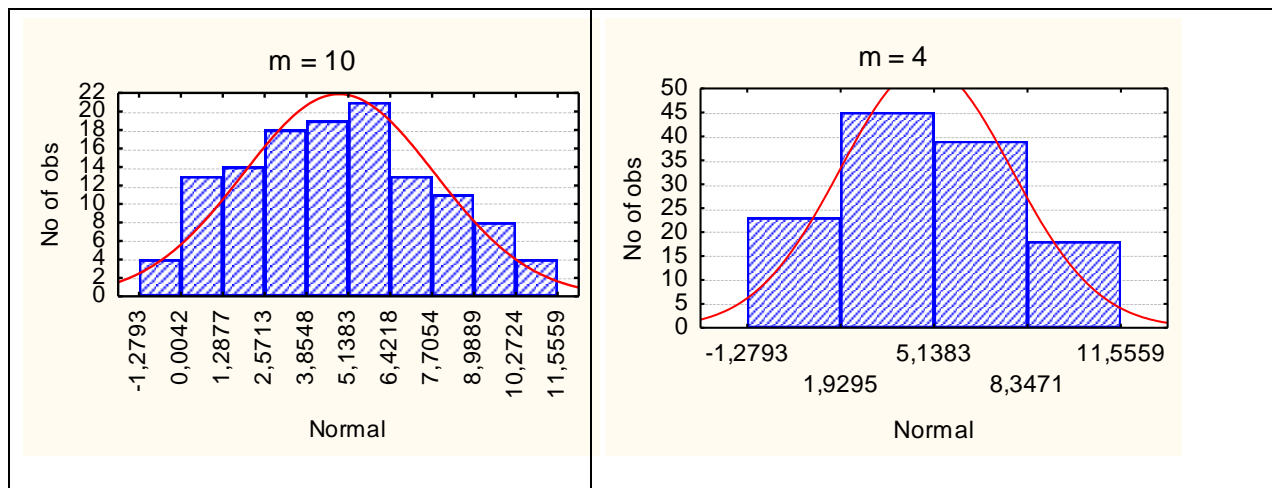


Рис. 1.2. Гистограмма частот (группированных)

На приведенных гистограммах (рис. 1.2) сплошной линией изображено нормальное распределение с параметрами равными выборочным характеристикам.

#### Числовые (точечные) характеристики выборки

Расчет характеристик выборки осуществим с помощью модуля *Basic Statistics/Tables* и процедуры этого модуля *Descriptive Statistics*. В открывшемся меню выберем имя переменной – **Normal** и перейдем на вкладку *Advanced*. Здесь можно выбрать интересующие нас характеристики, но, нажав клавишу *Select all stats*, выберем все. Отметим, что наряду с точечными характеристиками здесь рассчитываются границы доверительного интервала математического ожидания выборки при неизвестной дисперсии: *Interval – 95%*. По умолчанию доверительная вероятность равна 95 %, при необходимости этот параметр можно изменить. Все характеристики сведены в таблицу (рис. 1.3).

| Variable | Descriptive Statistics (Lab_1.sta) |         |                        |                        |                   |                  |         |         |                      |
|----------|------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------|---------|---------|----------------------|
|          | Valid N                            | Mean    | Confidence<br>-95,000% | Confidence<br>+95,000% | Geometric<br>Mean | Harmonic<br>Mean | Median  | Mode    | Frequency<br>of Mode |
| Normal   | 125                                | 4,82088 | 4,30299                | 5,33877                |                   | 7,97978          | 4,64561 | Multipl | 1                    |

Рис. 1.3. Выборочные характеристики исходных данных

#### Интервальное оценивание

Так как процедуры нахождения доверительного интервала для математического ожидания при известной дисперсии и нахождения доверительного интервала для оценки дисперсии по выборочной дисперсии для данных, распределенных по нормальному закону, в пакете Statistica не реализованы, проведем эти расчеты вручную:

- *определение доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения  $N(m_x, \sigma_x)$  при известной дисперсии;*

Согласно выражению (1.13) нам необходимо определить квантиль распределения  $N(0, 1)$ . Для этого воспользуемся калькулятором вероятности: *Statistica*→*Probability Calculator*→*Distributions*. В открывшемся окне выберем распределение Z (Normal), затем выберем опцию *Two-tailed*, а в окне *p*: – соответствующее значение доверительной вероятности и команду *Compute*. Соответствующее значение квантиля  $U_{1-\alpha/2}$  получим в окне *X*:. При необходимости имеется возможность распечатать график распределения с соответствующими квантилями – *Create Graph, Send to Report*.

- *нахождение доверительного интервала для оценки дисперсии по выборочной дисперсии;*

Для нахождения доверительного интервала (1.21) необходимо найти квантили распределения  $\chi_{1-\alpha/2, k}^2$  и  $\chi_{\alpha/2, k}^2$ . Как и ранее воспользуемся калькулятором вероятности и выберем распределение *Chi?* – “хи-квадрат”. В поле *df*: – число степеней свободы  $k = n - 1$ , в поле *p*: – соответствующее значение, равное половине уровня значимости  $\alpha/2$  и команду

*Compute*. Для нахождения второго квантиля необходимо в поле  $p$ : – набрать значение равное  $1 - \alpha/2$  команду *Compute*. Второй квантиль можно найти, не изменяя поле  $p$ :, а выделив поля *Invers* и  $(1-Cumulative\ p)$ , затем выполним команду *Compute*.

Теперь, используя инженерный калькулятор (Windows Калькулятор Плюс), по формулам (1.12) и (1.21) определим границы соответствующих интервалов.

### 3. Задание

1. Изучить основные модули системы Statistica 6.0.
  - Ознакомиться с графическими возможностями программы, визуализацией исходных данных и результатов анализа.
  - Научиться автоматически создавать отчет в системе Statistica.
2. Провести первичный статистический анализ случайных данных:
  - получить случайную выборку заданного объема с заданным законом распределения;
  - исследовать различные способы группирования данных;
  - вычислить (получить) основные выборочные (точечные) характеристики;
  - считая случайную выборку распределенной по нормальному закону, вычислить доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии при заданной доверительной вероятности.

Конкретные задания для каждого варианта приведены в табл. 1.1. В таблице приняты следующие обозначения:

$N(m_x, \sigma_x)$  – гауссово распределение с соответствующим математическим ожиданием и средним квадратическим отклонением;

$R[l, u]$  – равномерное распределение на интервале от  $l$  до  $u$ ;

$E(\lambda)$  – показательное (экспоненциальное распределение) с соответствующим параметром  $\lambda$ .

Таблица 1.1

| №  | Распределение | n   | $\beta$ | №  | Распределение | n   | $\beta$ |
|----|---------------|-----|---------|----|---------------|-----|---------|
| 1  | N(5,3)        | 105 | 0.9     | 14 | R[-5, -1]     | 160 | 0.83    |
| 2  | R[1, 5]       | 110 | 0.91    | 15 | E[0.333]      | 166 | 0.84    |
| 3  | E[5]          | 125 | 0.92    | 16 | N(-2,10)      | 175 | 0.85    |
| 4  | N(2,10)       | 115 | 0.93    | 17 | R[40, 100]    | 170 | 0.86    |
| 5  | R[4, 10]      | 122 | 0.94    | 18 | E[0.111]      | 177 | 0.87    |
| 6  | E[0.2]        | 130 | 0.95    | 19 | N(15,25)      | 134 | 0.88    |
| 7  | N(15,2)       | 135 | 0.96    | 20 | R[35, 60]     | 143 | 0.89    |
| 8  | R[5, 20]      | 140 | 0.97    | 21 | E[10]         | 177 | 0.9     |
| 9  | E[1]          | 137 | 0.98    | 22 | N(11,11)      | 144 | 0.91    |
| 10 | N(12,1)       | 145 | 0.99    | 23 | R[0, 1]       | 155 | 0.92    |
| 11 | R[4, 15]      | 147 | 0.80    | 24 | E[3.33]       | 180 | 0.93    |
| 12 | E[0.1]        | 150 | 0.81    | 25 | N(-5,1)       | 185 | 0.94    |
| 13 | N(-5,3)       | 111 | 0.82    | 26 | R[-5, 5]      | 190 | 0.95    |

#### 4. Контрольные вопросы

1. Каковы основные задачи математической статистики?
2. Как связан объем выборки с возможностью группирования данных?
3. Как необходимо увеличить объем выборки для увеличения оптимального количества интервалов вдвое, согласно формуле "Стерджесса"?
4. Каковы свойства эмпирической функции распределения?
5. Какими свойствами обладают "хорошие оценки"?
6. Можно ли задать значение доверительной вероятности равным единице?
7. Как связан параметр  $\lambda$  с числовыми характеристиками показательного распределения?

#### 7.2.6. Решение ситуационных задач:

а) Примерные типы ситуационных задач:

**Задача 1.** При обследовании группы спортсменов в отношении размеров окружности груди установлено, что у троих величина окружности груди составляет 88 см, у 4-х – 92 см, у 5-х – 96 см, у 6-х – 98 см, у 7-х – 100 см. Определить среднее значение размера окружности груди спортсменов по данным, полученным в ходе обследования.

**Задача 2.** Пусть имеются следующие данные о численности популяций представителей вида А по пяти местообитаниям: Местообитание 1 2 3 4 5 Численность популяции 21 18 20 22 19  
Определите среднюю численность популяции.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность рассмотрения ситуации
- четкое и верное трактование ситуации.

в) описание шкалы оценивания

Максимальное количество баллов 2. Каждый критерий оценивается в 1 балл.

#### Интерактивные методы

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют лично-ориентированному подходу, предполагают коллективное, обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для инициативы студентов.

*Цель:* понять взаимосвязь между событиями, анализировать, иметь свое мнение, стимулировать познавательную активность, сопоставлять новые факты и мнения с тем, что ранее изучено.

*Задачи:* научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические части; осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, к выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

**Интерактивные занятия проводятся в виде:**

#### Рефлексия

Проводится на лекции и семинарском занятии. Как правило, в конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лекции, собственный кругозор и эрудицию.



Письменный ответ оценивается до 2-х баллов.

2 балла – студент понимает суть поставленной проблемы, дает развернутый ответ, где приводит свое собственное суждение или выбирает его из предложенных.

1 балл – студент в целом понимает суть вопроса, приводит свое собственное суждение, но не подтверждает его конкретными фактами, либо приведенные факты не раскрывают суть вопроса, не имеют к нему никакого отношения.

0 баллов – ответ отсутствует.

### **Мультимедийное занятие**

Мультимедийное занятие является одной из форм интерактивного метода. На занятиях используются мультимедийные материалы, которые содержат короткие видео-лекции, перемежающиеся заданиями в виде теста. Студентам предлагается дать ответ на тестовое задание по ходу изучения материала, ответив самостоятельно у компьютера. При неправильном ответе видеосюжет автоматически повторяется до тех пор, пока не будет введен правильный ответ.

Критерии оценки:

1 балл – ответ дан верно;

0 баллов – ответ дан не верно.

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

– Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

– Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

– Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

– Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

○ контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

○ контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

*Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

– Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

| Этап рейтинговой системы /<br>Оценочное средство | Неделя      | Балл                             |            |
|--|-------------|----------------------------------|------------|
|  |             | Минимум*                         | Максимум** |
| <b>Текущая аттестация</b>                        | <b>1-16</b> | <b>36 - 60% от<br/>максимума</b> | <b>60</b>  |
| <b>Контрольная точка № 1</b>                     | <b>7-8</b>  | <b>18 (60% от 30)</b>            | <b>30</b>  |
| <i>Оценочное средство № 1.1</i>                  | 2           | 60% от М1                        | М1         |

|                                 |              |                       |            |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|------------|
| Оценочное средство № 1.2        | 4            | 60% от M2             | M2         |
| ...                             |              | ...                   | ...        |
| Оценочное средство № 1.3        | 7            | 60% от MX             | MX         |
| <b>Контрольная точка № 2</b>    | <b>15-16</b> | <b>18 (60% от 30)</b> | <b>30</b>  |
| Оценочное средство № 2.1        | 9            | 60% от T1             | T1         |
| Оценочное средство № 2.2        | 14           | 60% от T2             | T2         |
| <b>Промежуточная аттестация</b> | <b>-</b>     | <b>24 – (60% 40)</b>  | <b>40</b>  |
| Экзамен                         | -            |                       |            |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b>      |              | <b>60</b>             | <b>100</b> |

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

| Сумма баллов | Оценка по 4-х балльной шкале               | Оценка ECTS | Требования к уровню освоения учебной дисциплины  |
|--------------|--|-------------|--|
| 90-100       | 5- «отлично»/ «зачтено»                    | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы |
| 85-89        | 4 - «хорошо»/<br>«зачтено»                 | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос   |
| 75-84        |  | C           |  |
| 70--74       |  | D           |  |
| 65-69        | 3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»         | D           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала    |
| 60-64        |  | E           |  |
| 0-59         | 2 - «неудовлетворительно»/<br>«не зачтено» | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как   |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |
|--|--|--|---|

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная учебная литература:

1. Основы высшей математики и математической статистики: учебник. Павлушков И.В. и др. 2-е изд., испр. 2012. - 432 с.: ил. <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970415771.html>
2. Наац, В. И. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы [Электронный ресурс] / В. И. Наац, И. Э. Наац. - Москва: Физматлит, 2009. - 327 с. – ЭБС Лань – [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2268](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2268)
3. Амосов, А. А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. - Москва: Лань", 2014. - 672 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). – ЭБС Лань – [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42190](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190)

### б) дополнительная учебная литература:

1. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 656 с: ил. ISBN 5-279-02414-7
2. Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. Моделирование систем: практикум. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2005. – 295 с..
3. Оценка экологического риска на основе анализа критических нагрузок на экосистемы/ Сост. Е.В. Рева. О.А. Мирзеабасов. Методическое пособие по курсу «Техногенные системы и экологический риск». – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. – 28 с.
4. Б.И. Сынзыныс, Тянтова Е.Н., Павлова Н.Н., Мелехова О.П./ Под ред. член-корр. РАЕН Г.В. Козьмина. Экологический риск. Часть I.: Учеб. пособ. по курсу «Техногенные системы и экологический риск». – Обнинск: ИАТЭ, 2004. – 68 с.
5. Антонов, В.А. Чепурко. Планирование эксперимента: учеб.пособ. по курсам: «Планирование экспериментальных и научных исследований» и «Математические модели АСНИ». – Обнинск: ИАТЭ, 1999. – 98 с
6. В.Н.Башкин. Управление экологическим риском. – М.:Научный мир, 2005. – 367 с.
7. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов/ Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
8. В.Г. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, 1998. – 356 с.
9. Справочник по прикладной статистике. – Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана. / Пер. с англ. Ю.Н. Тюрина. – М.: Финансы и статистика, 1989.
10. Ю.Нейман. Вводный курс теории вероятностей и математической статистики. / Пер. с англ. Н.М. Митрофановой, А.П. Хусу. / Под ред. академика Ю.В. Линника. – М.: Наука, 1968
11. Д.Худсон Статистика для физиков (русский перевод В.Ф.Грушина, под редакцией Е.М. Лейкина. Издательство «Мир», 1967, Москва.

## **9. Перечень ресурсов\* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. [www.isir.ras.ru/](http://www.isir.ras.ru/) - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
2. [www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating](http://www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating) - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
3. [www.nature.ru](http://www.nature.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
4. [www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed) - Самая крупная база научных данных в области физиологии и биомедицинских наук.
5. [www.viniti.msk.su/](http://www.viniti.msk.su/) - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
6. <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=2642817> – коллекция учебных и учебно-популярных фильмов по физиологии человека и биологии. (дата обращения 01.09.2014)
7. <http://www.biophys.msu.ru>
8. Онлайн сервис Графпад - <http://www.graphpad.com/recommendations/statrec.htm>  
Онлайн учебник по статистике - <http://davidmlane.com/hyperstat/> пакеты программ статистической обработки в MS Excel - <http://analyse-it.com/> Статистические онлайн пакеты - <http://www.stata.com/> Статистические онлайн пакеты - <http://www.statistics.com/>

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **10.1. Перечень информационных технологий**

1. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий
2. Моделирование в программной среде Excel, STATISTICA, MathCAD;
3. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты (Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты).

При чтении лекций по данному курсу используются мультимедийные технологии в аудиториях ИАТЭ НИЯУ МИФИ, оснащенных компьютерами, экраном и проектором.

Практические занятия проводятся в специально оборудованном компьютерном классе на 10 посадочных мест с персональными компьютерами, на которых установлено ПО.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

А) аудитория для лекционных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и экраном;

Б) аудитория для практических занятий на 10 посадочных мест с персональными компьютерами, на которых установлено ПО.

В) Оборудование:

1. Персональные компьютеры

2. Мультимедийный проектор;

3. Экран;

4. Маркерная доска;

5. рабочее место преподавателя (ПК, принтер, стол, стул);

## **12. Иные сведения и (или) материалы**

### ***12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

Компетентностный подход при освоении дисциплины реализуется через использование в учебном процессе активных методов обучения – таких взаимных действий преподавателя и обучающихся, которые побуждают последних к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения изучаемым материалом. Применение интерактивных режимов обучения позволяет выстраивать взаимонаправленные информационные потоки: студент – группа студентов – преподаватель.

Используются следующие виды деятельности:

- 1) Практико-ориентированная деятельность – совместная деятельность подгруппы обучающихся и преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем выполнения лабораторных работ. Позволяет сформировать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи разной направленности.
- 2) Технология использования разноуровневых заданий – различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивный уровень, позволяет оценить и диагностировать знание фактического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивный уровень позволяет оценить и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческий уровень позволяет оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
- 3) Традиционные технологии (информационные лекции, лабораторные занятия) – создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями, наблюдая за изучаемыми объектами, выполняя лабораторные работы по инструкции.

В интерактивных режимах по дисциплине проводятся:

– **Рефлексия** (лекции) – 4 час.

В конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который

им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лекции, собственный кругозор и эрудицию.

– **Мультимедийные занятия** (практические занятия) – 8 часа.

Формируются навыки использования методов моделирования и анализа при решении конкретных задач. Организуется беседа преподавателя и студентов для обсуждения результатов работы, формулирования обобщений и закономерностей.

Всего аудиторных занятий в интерактивной форме – 12 часов (23 % от аудиторных занятий).

## **12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

Самостоятельная работа студентов составляет всего 24 часов и включает в себя изучение следующих тем.

**Тема 1.2. Типы распределения.** Вариационный ряд - способ изображения распределения признака. Интервальный и безинтервальный вариационные ряды. Графическое изображение распределения признака. Гистограмма, полигон распределения, кривая распределения (вариационная кривая), кумулята. Определение нормальности распределения признака. Законы распределения случайных величин. Нормальное распределение. Проверка нормальности распределения. Критерий Колмогорова- Смирнова, Шапиро-Уилка. Асимметрия и эксцесс. Критерии асимметрии и эксцесса. Нулевая гипотеза для случая определения нормальности распределения. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона

**Форма контроля:** подготовка докладов и выступление на практических занятиях. 5 неделя.

### **Тема 1.4 Параметрические критерии достоверности оценок**

Проверка законов распределения созданных выборок

**Форма контроля:** Устный опрос, решение задач (контрольная работа) 7 неделя

### **Тема 1.5 Непараметрические критерии достоверности оценок**

Проверка законов распределения созданных выборок

**Форма контроля:** проверка домашнего задания 9 неделя

### **Тема 1.6 Регрессия и корреляция**

Проверка корреляции между ростом, весом человека, группой кров

**Форма контроля:** устный контроль на 10 неделе.

### **Тема 2.2. Тема 2.2. Непрерывные во времени модели динамики численности популяций**

Построение моделей популяционного взрыва, конкурирующих рисков для заданных популяций

**Форма контроля:** проверка домашнего задания на 11 неделе.

**Тема 2.3. Оценка биологических рисков.** Построение моделей избыточного абсолютного риска и относительного риска для заданных популяций

**Форма контроля:** проверка домашнего задания на 12 неделе.

Типовые задания для самопроверки

Имеется следующее распределение 100 выборочно обследованных на торфяных участках проб по глубине залегания торфа

| Глубина залегания торфа, см |    |
|-----------------------------|----|
| 70 – 80                     | 2  |
| 80 - 90                     | 6  |
| 90 – 100                    | 19 |

|           |    |
|-----------|----|
| 100 - 110 | 30 |
| 110 – 120 | 22 |
| 120 - 130 | 13 |
| 130 – 140 | 5  |
| 140 - 150 | 3  |

1. С помощью критериев согласия Пирсона, Романовского, Колмогорова проверить, согласуется ли эмпирическое распределение с гипотетическим нормальным распределением.

### 12.3. Краткий терминологический словарь

**Доза** – мера воздействия экологического фактора на исследуемую популяцию.

**Доверительный интервал** — термин, используемый в математической статистике при интервальной (в отличие от точечной) оценке статистических параметров, что предпочтительнее при небольшом объёме выборки. Доверительным называют интервал, который покрывает неизвестный параметр с заданной надёжностью.

**Избыточный абсолютный риск** – приращение к спонтанной частоте, обусловленное воздействием экологического фактора, либо мерой воздействия фактора к спонтанной частоте наблюдаемого процесса.

**Корреляционная зависимость** — это статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми). При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин

**Критерий Манна-Уитни** – статистический критерий, используемый для оценки различий между двумя независимыми выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно. Позволяет выявлять различия в значении параметра между малыми выборками.

**Критерий  $\chi^2$  Пирсона** – это непараметрический метод, который позволяет оценить значимость различий между фактическим (выявленным в результате исследования) количеством исходов или качественных характеристик выборки, попадающих в каждую категорию, и теоретическим количеством, которое можно ожидать в изучаемых группах при справедливости нулевой гипотезы. Метод позволяет оценить статистическую значимость различий двух или нескольких относительных показателей (частот, долей).

**Относительный риск** – отношение интенсивности исследуемого процесса в популяции, подвергшейся воздействию экологического фактора, к интенсивности процесса в такой же популяции, не подвергшейся воздействию.

**Распределение Стьюдента** в теории вероятностей — это однопараметрическое семейство абсолютно непрерывных распределений. Названо в честь Уильяма Сили Госсета, который первым опубликовал работы, посвящённые распределению, под псевдонимом «Стьюдент».

**Распределение Пуассона** — вероятностное распределение дискретного типа, моделирует случайную величину, представляющую собой число событий, произошедших за фиксированное время, при условии, что данные события происходят с некоторой фиксированной средней интенсивностью и независимо друг от друга.

**Регрессия** – зависимость среднего значения какой-либо случайной величины от нек-рой другой величины или от нескольких величин.

**Риск** – вероятность наступления нежелательных последствий с учетом их тяжести.

## 14. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.) С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины



обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил (а) (и):**

Е.Р. Ляпунова, к.б.н., доцент отделения биотехнологий

**Рецензент (ы):**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

|   |  |
|---|--|
| <p>Программа рассмотрена на заседании<br/>отделения Биотехнологий<br/>(протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.)</p> | <p>Руководитель образовательной программы<br/>06.04.01 Биология/Экспериментальная<br/>радиология<br/>«__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова</p> <p>Начальник отделения Биотехнологий<br/>«__» _____ 20__ г. _____ А.А. Котляров</p> <p>Научный руководитель магистерской<br/>программы (при необходимости)<br/>06.04.01 Биология/Экспериментальная<br/>радиология<br/>«__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова</p> |
|---|--|