

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра биогеоценологии и охраны природы

Авторы-составители: **Башин Геннадий Павлович**
Бузмаков Сергей Алексеевич

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ
Код УМК 68541

Утверждено
Протокол №7
от «11» марта 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Математические методы в экологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.06** Экология и природопользование (ПБ)
направленность Природопользование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математические методы в экологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.03.06 Экология и природопользование (ПБ) (направленность : Природопользование)

ОПК.5 владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук

ПК.1 владеть методами лабораторных экологических исследований

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.03.06 Экология и природопользование (ПБ) (направленность: Природопользование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	9
Объем дисциплины (з.е.)	2
Объем дисциплины (ак.час.)	72
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	28
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	44
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (9 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Проверяется знание студентом основ теории вероятностей и владение основными навыками работы с электронными таблицами

Математические методы в экологии. Первый семестр

В курсе "Математические методы в экологии" изучается теория и закрепляется на лабораторных занятиях в следующих разделах:

1. Общие вопросы теории эксперимента.
2. Распределение случайной величины.
3. Проверка статистических гипотез.
4. Анализ зависимостей по результатам эксперимента.

1. Общие вопросы теории эксперимента

Раздел 1. Общие вопросы теории эксперимента

Тема 1. Эксперимент и теория.

Научное исследование: цель и результат. Математическая статистика: особенности и условия применения. Статистическая устойчивость интегральных характеристик распределения исследуемой случайной величины. Эксперимент и его виды.

Тема 2. Классификация измерений и погрешностей измерений.

Классификация методов измерений. Классификация погрешностей измерений и расчетов. Точность измерений и расчетов: необходимость и достаточность. Закон и модель. Требования к математическим моделям. Эмпирические модели.

2. Распределение случайной величины

Раздел 2. Распределение случайной величины

Тема 3. Выборочный метод и эмпирическое распределение случайной величины.

Выборочный метод. Плотность распределения случайной величины и ее свойства.

Эмпирическая функция распределения случайной величины и ее свойства.

Построение гистограммы и интегральной функции распределения.

Тема 4. Точечные и интервальные оценки числовых характеристик распределения.

Точечные оценки числовых характеристик распределения. Начальные и центральные моменты распределения. Выборочное среднее, среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс.

Коэффициент вариации, медиана, мода. Среднее геометрическое и среднее гармоническое. Квантили.

Интервальные оценки числовых характеристик распределения. Доверительные вероятности и интервалы.

Исключение выбросов. Оценка количества необходимых опытов.

5. Законы распределения и оценка их параметров.

Законы распределения: классификация. Основные законы распределения.

Оценка параметров распределения.

3. Проверка статистических гипотез

Раздел 3. Проверка статистических гипотез

Тема 6. Критерии согласия.

Статистические гипотезы. Критерии согласия.

Тема 7. Проверка гипотез о параметрах распределений.

Тема 8. Проверка гипотез в непараметрической статистике

4. Анализ зависимостей по результатам эксперимента

Раздел 4. Методы анализа результатов эксперимента

Тема 9. Дисперсионный анализ.

Тема 10. Корреляционный анализ.

Корреляционный анализ. Коэффициенты корреляции для количественных и качественных признаков.

Тема 11. Регрессионный анализ.

Регрессионный анализ. Линии тренда. Линеаризация математической модели.

Идентификация модели путем минимизации целевой функции.

Многомерный регрессионный анализ.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для среднего профессионального образования / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 479 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00859-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/413578>
2. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных:учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям/А. А. Халафян.-Москва:БИНОМ ПРЕСС,2010, ISBN 978-5-9518-0370-2.-528.-Библиогр.: с. 521-522

Дополнительная:

1. Башин Г. П. Мониторинг технических объектов с использованием современных телекоммуникационных средств:учебно-методическое пособие/Г. П. Башин.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-1010-8.-93.
2. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях:учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по геогр. и экол. спец./Ю. Г. Пузаченко.-М.:Академия,2004, ISBN 5-7695-1348-9.-416.-Библиогр.: с. 400
3. Вадзинский Р. Н. Статистические вычисления в среде Excel:[практическое руководство]/Ратмир Вадзинский.-Санкт-Петербург [и др.]:Питер,2008, ISBN 978-5-91180-882-2.-602.-Библиогр.: с. 590-593 (70 назв.). - Предм. указ.: с. 594-602. - Библиогр.: с. 590-593
4. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин:учебное пособие/А. Н. Зайдель.-Санкт-Петербург:Лань,2005, ISBN 5-8114-0643-6.-112.-Библиогр.: с. 107
5. Лакин Георгий Филиппович Биометрия:Учеб.пособие/Георгий Филиппович Лакин.-М.:Высш. шк.,1980.-293.-Библиогр.:с.291

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.nsu.ru/mmfvims/chernova/ms/index.html> Чернова Н.И. Лекции по математической статистике. Новосибирский госуниверситет, Кафедра ТВ и МС.

<http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> Электронный учебник по статистике. Москва, StatSoft, Inc., 2001

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математические методы в экологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.)
Офисный пакет приложений «LibreOffice». Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель).
ПО на ноутбук: ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020).

Дисциплина не предусматривает использование специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения занятий лекционного типа - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных работ, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа: Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математические методы в экологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.5 владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения теории вероятностей и математической статистики; УМЕТЬ: производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом математической статистики; навыками теоретического и статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории вероятностей и математической статистики. Не умеет производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. Демонстрирует отсутствие навыков теоретического и статистического анализа математических моделей.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий теории вероятностей и математической статистики. Демонстрирует частично сформированное умение производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Имеет представление о теоретическом анализе математических моделей и статистическом анализе данных. Фрагментарное применение навыков статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий математической статистики. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом математической статистики. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа статистических моделей и статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий математической статистики. Сформированное умение производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Успешное и систематическое применение навыков теоретического анализа вероятностно-статистических моделей и статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий.</p>
<p>ПК.1 владеть методами лабораторных экологических исследований</p>	<p>ЗНАТЬ: как составлять план проведения лабораторных экологических исследований. УМЕТЬ: составлять план проведения лабораторных экологических исследований, проводить эти исследования и инструментальные измерения результатов эксперимента. Производить статистические расчеты и давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. ВЛАДЕТЬ: основным</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает методов лабораторных экологических исследований и основ планирования экологического эксперимента. Не умеет производить статистические расчеты, давать содержательную интерпретацию результатов эксперимента. Демонстрирует отсутствие навыков статистического анализа.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания об экологическом эксперименте. Демонстрирует частично сформированное умение производить статистические расчеты и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>понятийным аппаратом математической статистики; навыками статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>давать содержательную интерпретацию результатов эксперимента. Имеет представление статистическом анализе данных.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об экологическом эксперименте. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить статистические расчеты и давать содержательную интерпретацию результатов эксперимента. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков статистического анализа с использованием компьютерных технологий.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания о планировании экологического эксперимента. Сформированное умение производить статистические расчеты и давать содержательную интерпретацию результатов экологического эксперимента. Успешное и систематическое применение навыков статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Контролируемые результаты: Контролируется знание изучаемых ранее дисциплин, Умение пользоваться полученными знаниями и владение освоенными прикладными методами компьютерного анализа.ПК-1: владеть методами лабораторных экологических исследований Контролируемые элементы:Знать основы изучаемого ранее базового курса информатики, уметь пользоваться электронными таблицами, владеть способами работы с офисными приложениями.
ПК.1 владеть методами лабораторных экологических исследований ОПК.5 владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	1. Общие вопросы теории эксперимента Письменное контрольное мероприятие	Знать статистические оценки числовых характеристик и уметь их вычислять. Владеть способами их расчета с помощью электронных таблиц.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1 владеть методами лабораторных экологических исследований ОПК.5 владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	2. Распределение случайной величины Письменное контрольное мероприятие	Знать законы распределения случайных величин, уметь строить гистограммы распределения и владеть способами графической иллюстрации полученных результатов статистических расчетов
ПК.1 владеть методами лабораторных экологических исследований ОПК.5 владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	4. Анализ зависимостей по результатам эксперимента Итоговое контрольное мероприятие	Знать материал всего курса математических методов экологии, уметь пользоваться аппаратом математической статистики для обработки результатов экспериментальных исследований, владеть аналитическими и графическими способами анализа зависимостей с помощью электронных таблиц

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет работать с электронными таблицами, владеет способами вычислений, а также построения диаграмм и графиков	5
Знает основы базового курса информатики	5

1. Общие вопросы теории эксперимента

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
1. Подготовка к построению гистограмм и создание статистического ряда	8
2. Расчет и перерасчет статистических оценок числовых характеристик	8
3. Оформление работы, полнота полученных результатов и правильность ответов на задаваемые вопросы	4

2. Распределение случайной величины

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
3. Подбор законов распределения и проверка качества аппроксимации с помощью критериев согласия	20
2. Построение и оформление гистограмм	10
1. Расчет таблицы для построения гистограмм	5
4. Оформление работы, полнота полученных результатов и правильность ответов на задаваемые вопросы	5

4. Анализ зависимостей по результатам эксперимента

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Знать законы распределения случайных величин	5
Владеть способами расчета числовых характеристик с помощью электронных таблиц	5
Уметь строить гистограммы распределения случайных величин и владеть способами графической иллюстрации полученных результатов статистических расчетов	5
Знать статистические оценки числовых характеристик и уметь их вычислять	5