



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



### Рабочая программа дисциплины

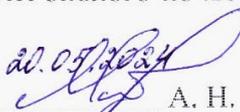
Наименование дисциплины: Б1.О.8 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ»

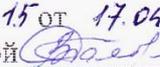
Направление подготовки: 05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль) подготовки: «Экологическая экспертиза»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 4 от 20.04.2024  
Председатель  А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической  
биологии, биоинженерии и биоинформатики  
Протокол № 15 от 17.04.2024  
Зав. кафедрой  В.П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	
4.3 Содержание учебного материала .....	
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	15
а) перечень литературы .....	
б) периодические издания .....	
в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	16
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	
6.2. Программное обеспечение .....	
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	
VII. Образовательные технологии .....	18
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	19

## I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** сформировать представления о современных методах математической статистики, математического и компьютерного моделирования применимых для анализа комплексных экологических данных, построения математических и компьютерных моделей для изучения и понимания процессов, происходящих в различных экосистемах на уровне организмов, популяций и сообществ.

### Задачи:

- Сформировать представление о современных методах, применимых в компьютерной и вычисленной биологии и экологии;
- Сформировать представление о методах программирования и скриптовых языках программирования, применимых в экологических исследованиях;
- Изучить методы установки и настройки программного обеспечения, применимого для биоинформационных исследований в экологии;
- Освоить методы математического моделирования, применимые для построения математических и компьютерных моделей сложных экосистем;
- Освоить методы имитационного моделирования для применения их в статических расчетах и построения сложных математических и компьютерных моделей;
- Изучить методы автоматизированной векторной машинной графики для визуализации результатов расчетов, моделирования и анализа данных.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.О.8 «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» относится к обязательной части программы. Изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Высшая математика», «Общая биология», «Информатика», «Экология», «Иностранный язык в профессиональной деятельности»

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Экологическая экспертиза и нормирование», «Эволюционная экология», «Мониторинг экосистемы озера Байкал», выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование», профиль «Экологическая экспертиза»:

ОПК-3: Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-3 Способен применять экологические методы исследований для решения научно-	<i>ИДК ОПК-3.1</i> Использует классические и современные экологические методы, обосновывает выбор	Знать: основные направления экологии и экологического мониторинга, в которых с высокой эффективностью можно применить компьютерные технологии и методы анализа комплексных данных. Уметь: выбирать оптимальные методы для

исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности	методических приемов при проведении научно-исследовательских работ в области фундаментальной и прикладной экологии.	анализа экологических данных и моделировании экологических процессов. Владеть: различными спектрами методов применимых для математического описания и анализа сложных биологических и экологических систем.
	<i>ИДК ОПК-3.2</i> Применяет современные компьютерные технологии и статистические методы для обработки результатов исследования в области профессиональной деятельности.	Знать: основные системы, содержавшие информацию о новых методах системного анализа и математического моделирования в биологии и экологии. Уметь: подбирать и применять необходимые методы вычислительной экологии компьютерного и математического моделирования для решения поставленных исследовательских задач. Владеть: практическими навыками анализа сложных данных по взаимодействию различных компонентов в экосистемах.

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 180 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 106 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Применение численных методов для решения уравнения и исследования функций одной или нескольких переменных.	3	4	-	2	2	-	4	Опрос КСР
2	Тема 2. Типы распределений случайных величин, применимых при описании биологических данных, работа с математическими формулами, описывающими типы распределений случайных величин. Методики тестирования статистических гипотез	3	4	2	2	2	1	5	Опрос КСР
3	Тема 3. Метод имитационного	3	4	2	2	2	1	5	Опрос

	моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов.								КСР
<b>4</b>	<b>Тема 4.</b> Бутстреп метод для анализа биологических данных, использование бутстреп метода для оценки параметров распределений и тестировании статистических гипотез при анализе биологических данных.	3	4	2	2	2	1	5	Опрос КСР
<b>5</b>	<b>Тема 5.</b> Регрессионный анализ для определения закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами.	3	4	2	2	2	-	4	Опрос КСР
<b>6</b>	<b>Тема 6.</b> Различные методы дисперсионного анализа, применяемые при анализе биологических данных.	3	4	2	2	2	-	4	Опрос КСР
<b>7</b>	<b>Тема 7.</b> Анализ многомерных статических данных в биологии.	3	4	2	2	2	1	5	Опрос КСР
<b>8</b>	<b>Тема 8.</b> Кластерный анализ с тестированием достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода.	3	4	2	2	2		4	Опрос КСР
<b>9</b>	<b>Тема 9.</b> Методы машинного обучения в экологии.	3	4	2	2	2	1	5	Опрос КСР

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся		Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения			Трудоемкость (час.)
3	<b>Тема 1.</b> Применение численных методов для решения уравнения и исследования функций одной или нескольких переменных.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию.  Решение практической задачи по исследованию функций численными методами	2	4	Письменная работа КСР	Раздел 5 а-г
3	<b>Тема 2.</b> Типы распределений случайных величин, применимых при описании биологических данных, работа с математическими формулами, описывающими типы распределений случайных величин. Методики тестирования статистических гипотез	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию.  Решение практической задачи по использованию функция распределения для расчета вероятностей случайных величин, тестирование гипотез о законах распределения случайных величин подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	3	5	Письменная работа КСР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<b>Тема 3.</b> Метод имитационного моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, изучение рекомендуемого программного обеспечения.  Решение практической задачи по использованию метода имитационного моделирования, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	4	5	Письменная работа КСР	- « -
3	<b>Тема 4.</b> Бутсресп метод для анализа биологических данных, использование бутсресп метода для оценки параметров распределений и тестировании статистических гипотез при анализе биологических данных.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию.  Решение практической задачи по использованию бутсресп метода для анализа биологических данных, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	5	5	Письменная работа КСР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<b>Тема 5.</b> Регрессионный анализ для определения закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение темы «Многомерный регрессионный анализ для оценки взаимосвязи между несколькими переменными» Решение практической задачи по использованию регрессионного анализа для оценки закономерностей взаимосвязи между двумя статистическими величинами, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	6	4	Письменная работа КСР	- « -
3	<b>Тема 6.</b> Различные методы дисперсионного анализа, применяемые при анализе биологических данных.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию. Решение практической задачи по использованию дисперсионного анализа для оценки взаимосвязей между статическими выборками биологических данных, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	7	4	Письменная работа КСР	- « -
3	<b>Тема 7.</b> Анализ многомерных статических данных в биологии.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию. Решение практической задачи по оценкам распределений дистанций между векторами многомерных статических данных, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	8	5	Письменная работа КСР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<b>Тема 8.</b> Кластерный анализ с тестированием достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию. Решение практической задачи по кластеризации многомерных статических данных, характеризующих сложные биологические объекты, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	9	4	Письменная работа опрос КСР	- « -
3	<b>Тема 9.</b> Методы машинного обучения в экологии.	Изучение темы с использованием материалов занятия и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию. Решение практической задачи по использованию наивного Байесовского классификатора для поиска закономерностей распределения характеристик в сложных биологических данных, подготовка письменного отчёта (посменной работы) по решаемой задаче.	10	5	Письменная работа КСР	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – <b>41</b>						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий <b>41</b> часов.						

### 4.3 Содержание учебного материала

#### **Тема 1. Применение численных методов для решения уравнения и исследования функций одной или нескольких переменных.**

В рамках темы рассматриваются простейшие численные методы для исследования функции (нахождения экстремумов, нуля, точек перегиба) с помощью численных методов, на практических примерах показа процесса исследования функций с визуализацией результата. Рассматриваются методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений. Приводятся примеры использования численных методов для анализа биологических данных.

#### **Тема 2. Типы распределений случайных величин, применимых при описании биологических данных, работа с математическими формулами, описывающими типы распределений случайных величин. Методики тестирования статистических гипотез.**

В рамках темы рассматриваются понятие функции распределения и функции плотности вероятности для непрерывных и дискретных случайных величин. Рассматриваются классы функции распределения, применимые для описания биологических данных. Изучаются компьютерные вычислительные средства, используемые для работы с функциями распределений. Рассматривается практическое использование метода максимального правдоподобия для тестирования статистических гипотез.

#### **Тема 3. Метод имитационного моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов.**

В рамках темы рассматривается принцип работы метода имитационного моделирования. Изучаются программные средства и компьютерные технологии, используемые для решения задач с помощью метода имитационного моделирования. Рассматривается практическая задача по планированию биологического эксперимента с помощью метода имитационного моделирования.

#### **Тема 4. Бутстреп метод для анализа биологических данных, использование бутстреп метода для оценки параметров распределений и тестировании статистических гипотез при анализе биологических данных.**

Рассматривается принцип работы бутстреп метода, изучаются программные средства для организации вычислений и тестирования статических гипотез с помощью бутстреп метода. Рассматривается практическая задача по оценке доверительных интервалов параметров распределения для биологических данных.

#### **Тема 5. Регрессионный анализ для определения закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами.**

Изучаются цели и задачи регрессионного анализа. Рассматриваются различные варианты функциональных зависимостей, применимых для регрессионного анализа и описания взаимосвязей между выборками биологических данных. Рассматриваются программные средства и методы, применимые для регрессионного анализа и оценки достоверности регрессионных моделей.

#### **Тема 6. Различные методы дисперсионного анализа, применяемые при анализе биологических данных.**

В рамках темы рассматриваются параметрические и непараметрические методы, применяемые для дисперсионного анализа. Рассматривается практический пример

использования методов дисперсионного анализа для биологических данных. Изучаются программные средства и методы, применимые для дисперсионного анализа.

#### **Тема 7. Анализ многомерных статических данных в биологии.**

Изучаются вопросы, связанные с принципами организации многомерных статистических данных, рассматриваются различные программные методы манипуляции с многомерными, в том числе большими данными. Изучаются различные метрики дистанции, используемые для анализа сходства и различия биологических объектов, охарактеризованных многомерными статистическими данными. Изучаются методы снижения размерности многомерных данных.

#### **Тема 8. Кластерный анализ с тестированием достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода.**

В рамках темы изучаются различные методы иерархической кластеризации многомерных данных и метод кластеризации данных К среднего. Изучаются программные средства, используемые для кластерного анализа. Рассматривается бутстреп метод для тестирования достоверности результатов кластеризации. Изучается практический пример кластерного анализа для биологических данных.

#### **Тема 9. Методы машинного обучения в экологии.**

В рамках темы рассматривается классификация методов машинного обучения. Изучаются программные и компьютерные технологии (в том числе технологии высокопроизводительных вычислений), используемых для реализации методов машинного обучения. Рассматривается практический пример использования метода машинного обучения – наивного Байесовского классификатора для анализа биологических данных.

#### **4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Применение численных методов для решения уравнения и исследования функций одной или нескольких переменных	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 ИДК ОПК 3.1 ИДК ОПК 3.2
2	Тема 2	Типы распределений случайных величин, применимых при описании биологических данных, работа с математическими формулами, описывающими типы распределений	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 ИДК ОПК 3.1 ИДК ОПК 3.2

		случайных величин. Методики тестирования статистических				
3	<b>Тема 3</b>	Метод имитационного моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов	2	2	Письменная работа Устный доклад КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
4	<b>Тема 4</b>	Бутстреп метод для анализа биологических данных, использование бутстреп метода для оценки параметров распределений и тестировании статистических гипотез при анализе биологических данных	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
5	<b>Тема 5</b>	Регрессионный анализ для определения закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами	2	2	Письменная работа Устный доклад КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
6	<b>Тема 6</b>	Различные методы дисперсионного анализа, применяемые при анализе биологических	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
7	<b>Тема 7</b>	Анализ многомерных статических данных в биологии	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
8	<b>Тема 8</b>	Кластерный анализ с тестированием достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода	2	2	Письменная работа опрос КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>
9	<b>Тема 9</b>	Методы машинного обучения в экологии	2	2	Письменная работа КСР	ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	<b>Тема 3.</b> Метод имитационного моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов	Самостоятельное изучение темы «Применения метода имитационного моделирования в исследовании процессов динамики популяций». <b>Подготовка доклада по теме.</b>	ОПК-3	ИДК ОПК-3.1 ИДК ОПК-3.2
1.	<b>Тема 5.</b> Регрессионный анализ для определения закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами.	Самостоятельное изучение темы «Многомерный регрессионный анализ для оценки взаимосвязи между несколькими переменными». <b>Подготовка доклада по теме.</b>	ОПК-3	ИДК ОПК-3.1 ИДК ОПК-3.2

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, и экзамену по предмету.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа по изучению темы с использованием материалов практического занятия.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Подготовка устных докладов по темам занятий
- Изучения тем занятий, вынесенных на самостоятельное изучение, подготовка устных докладов по темам.
- Самостоятельное изучение программного обеспечения для выполнения задач по анализу данных в экологии.

- Самостоятельное решения домашних задач по анализу данных в экологии на основе опыта, полученного на практических занятиях.

- Подготовка письменных отчетов по решению домашних задач.
- Подготовка к экзамену.

*Письменный отчет по решению домашних заданий* – это отчет о выполнении домашнего задания по темам дисциплины, содержащий следующую информацию:

- Ф.И.О. номер группы магистранта;
- номер задания;
- формулировка задания;
- список программного обеспечения и интернет сервисов и баз данных, применяемых для решения задания с указанием параметров для запуска;

- описание результат решения задания с приведением таблиц и рисунков в соответствии с формулировкой задания.

Критерий оценки отчета по решению домашнего задания:

- Оценка «зачтено». Задание выполнено правильно и в полном объеме, все таблицы и графики согласно формулировке задания предоставлены в отчете.

- Оценка «не зачтено». Задание выполнено не правильно или не в полном объеме, вопрошается на переделку и доработку.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Хаубольд Б. Введение в вычислительную биологию. Эволюционный подход / Б. Хаубольд, Т. Вие ; пер. с англ. С. В. Чудова ; ред. И. И. Артамонова. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2011. - 455 с. - ISBN 978-5-4344-0014-5 (2 экз.)
2. Шипачев В.С. Высшая математика. Базовый курс [Текст] : учеб. пособие / В. С. Шипачев ; ред. А. Н. Тихонов. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Юрайт, 2011. - 447 с. - ISBN 978-5-9916-0822-0. - ISBN 978-5-9692-0970-1 (10 экз.)

#### **б) периодические издания**

1. <https://www.matbio.org/> - сайт журнала «Математическая биология и биоинформатика».
2. <https://journal.r-project.org/> - сайт журнала по статистическим методам на R, «The R Journal».

#### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.biometrika.tomsk.ru/> - электронный журнал «Биометрика» для медиков и биологов – сторонников доказательной биомедицины. Содержит большое количество статей и иных материалов, посвященных математическим моделям в биологии.
2. <http://www.dmb.biophys.msu.ru/models> - ресурс по динамическим моделям в биологии, модели динамики популяций.
3. [http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/sokolov/files/sborka\\_poslednyaya.pdf](http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/sokolov/files/sborka_poslednyaya.pdf) - учебное пособие «Модели динамики популяций», автор С. В. Соколов.
4. <https://www.elibrary.ru> – электронная библиотека научных статей, монографии и материалов конференций, выпущенных Российскими учеными.
5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> - международная база данных научных статей и монографий, посвященная различным вопросам биологии.
6. <https://apps.webofknowledge.com> – международная база данных, индексирующая научные публикации в высокорейтинговых изданиях
7. <https://www.r-project.org/> - сайт проекта по R статистике
8. <http://qsar4u.com/pages/rtutorial.php> - Краткий курс "Введение в R и моделирование с R" (Pavel Polishchuk).
9. [https://material.bits.vib.be/topics/metagenomics/tutorials/Ecology\\_Analysis\\_using\\_vegan/tutorial.html](https://material.bits.vib.be/topics/metagenomics/tutorials/Ecology_Analysis_using_vegan/tutorial.html) - учебник по использованию пакета «vegan» языка программирования R в экологическом анализе
10. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf> - учебное пособие, описывающее применение пакета «vegan» языка программирования R для расчетов показателей разнообразия.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

- Аудитория для проведения занятий лабораторного типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» в количестве 8 шт., презентации по каждой теме программы.

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной)

мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Сейф – 1 шт.; Шкаф-купе - 2 шт.; Принтер цв. Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP-3010; Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт.

### **6.2. Программное обеспечение:**

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

Презентации по всем темам курса.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий.

*Стандартные методы обучения:*

1. Информационная лекция.
2. Практические занятия, предназначенные для освоения студентами базовых методов анализа данных в физико-химической экологии.
3. Самостоятельная работа студентов.
4. Консультации преподавателя.
5. Подготовка ответов на контрольные вопросы.
6. Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий.
7. Кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций).

8. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление результатов деятельности (рефератов и отчетов) с использованием специализированных программных сред.
9. Интернет-технология – задействование образовательного портала ИГУ - educa.isu.ru для предоставления письменных отчетов по домашним работам.

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:**

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	<b>Тема 1.</b> Применение численных методов для решения уравнения и исследования функций одной или нескольких переменных.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	4
2	<b>Тема 2.</b> Типы распределений случайных величин, применимых при описании биологических данных, работа с математическими формулами, описывающими типы распределений случайных величин. Методики тестирования статистических гипотез	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	5
3	<b>Тема 3.</b> Метод имитационного моделирования (метод «Монте-Карло») в биологии, использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	5
4	<b>Тема 4.</b> Бутстреп метод для анализа биологических данных, использование бутстреп метода для оценки параметров распределений и тестировании статистических гипотез при анализе биологических данных.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	5
5	<b>Тема 5.</b> Регрессионный анализ для определения	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный	4

	закономерностей, определяющих взаимосвязи между биологическими величинами.		портал ИГУ educa.isu.ru	
6	<b>Тема 6.</b> Различные методы дисперсионного анализа, применяемые при анализе биологических данных.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	4
7	<b>Тема 7.</b> Анализ многомерных статических данных в биологии.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	5
8	<b>Тема 8.</b> Кластерный анализ с тестированием достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	4
9	<b>Тема 9.</b> Методы машинного обучения в экологии.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	5
<b>Итого часов</b>				<b>41</b>

### **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В рамках дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- устный доклад по теме;
- письменная работа по решению домашних заданий;

Фонд оценочных средств включает:

- перечень тем докладов по темам дисциплины;
- задачи для самостоятельного домашнего решения;
- вопросы для зачета.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ОПК-3 (см. п. III).

#### **Перечень темы устных докладов**

1. Тема 3. Случайные процессы взаимодействия организмов и описание систем взаимодействующих организмов с помощью метода имитационного моделирования.
2. Тема 5. Многомерный линейный регрессионный анализ.
3. Тема 5. Многомерный нелинейный регрессионный анализ с помощью полиномиальной зависимости.

#### **Перечень домашних задания для самостоятельного выполнения**

1. Тема 1. Решить с помощью численных методов задачу по нахождению максимумов, минимумов и нулей функций.

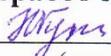
2. Тема 2. Вычислить с помощью среды программирования R вероятности попадания значений в числовой интервал для нормального, экспоненциального и логнормального распределения.
3. Тема 2. Определить с помощью метода максимального правдоподобия тип функции распределения, наиболее подходящий для описания закона распределения в исследуемой выборке.
4. Тема 3. Определить необходимые и достаточный размер выборки случайных величин в исследовании по планированию эксперимента с помощью метода имитационного моделирования.
5. Тема 4. Рассчитать доверительный интервала для среднего значения и стандартного отклонения с помощью бутстреп метода.
6. Тема 4. Определить достоверность различий между средними значениями и стандартными отклонениями в двух выборках с помощью бутстреп метода.
7. Тема 5. Провести регрессионный анализ для определения типа функции (регрессионной модели), описывающей зависимость между двумя выборками.
8. Тема 6. Оценить влияние внешних факторов на распределения значения в выборках данных с помощью дисперсионного анализа.
9. Тема 7. Оценить дистанцию между векторами – массивами многомерных статистических данных с помощью евклидовой метрики и метрики Брея-Кертиса.
10. Тема 7. Использование метода многомерного шкалирования для снижения размерности и визуализации закономерностей в массивах многомерных данных.
11. Тема 8. Провести кластерный анализ для массива многомерных статистических данных с оценкой достоверности кластеризации бутстреп методом.
12. Тема 9. Провести охарактеризование объекта для отнесения его к одной из двух заданных групп с помощью наивного Байесовского классификатора.

#### **Примерный список вопросов для экзамена**

1. Решение систем нелинейных уравнений численными методами.
2. Исследование функций, заданных математическими формулами численными методами.
3. Понятие функции распределения и функции плотности вероятности распределения случайных величин.
4. Типы законов распределения, применимых для описания биологических случайных величин.
5. Метод максимального правдоподобия и его применение для выбора наиболее оптимальных законов распределения случайных величин.
6. Принцип метода имитационного моделирования.
7. Использование метода имитационного моделирования для планирования биологических экспериментов.
8. Бутстреп метод и его применение для оценки доверительных интервалов для средних значений выборок случайных величин.
9. Бутстреп метод для оценки доверительных интервалов для дисперсий выборок случайных величин.
10. Регрессионный анализ, принцип выбора наиболее оптимальных функций для регрессионного анализа.
11. Дисперсионный анализ для определения влияния внешних факторов на спектры значений адистических величин.
12. Принцип организации многомерных статистических данных.
13. Различные метрики дистанций, применяемые в анализе многомерных статистических данных.
14. Метод многомерного шкалирования.

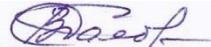
15. Оценка влияние внешних факторов на массив многомерных адистических данных с использованием метода многомерного шкалирования.
16. Кластерный анализ, методы кластеризации.
17. Оценка достоверности кластеризации с помощью бутстреп метода.
18. Классификации методов машинного обучения.
19. Наивный Байесовский классификатор и его использование для анализа биологических данных.

**Разработчик:**

 доцент Букин Ю.С.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*