



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра гидрологии и природопользования**



УТВЕРЖДАЮ

Профессор географический факультет С.Ж. Вологжина

«18» июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.08 «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании»

Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки Экологический менеджмент и аудит

Квалификация выпускника - магистр  
Форма обучения очная

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.  
Председатель С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и природопользования:  
Протокол № 12 От «05» июня 2021 г.

Зав. кафедрой А.В. Аргучинцева

Иркутск 2021г.

## Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
4.3 Содержание учебного материала	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	11
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	12
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	12
а) перечень литературы	12
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	12
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	13
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	13
6.2. Программное обеспечение	13
6.3. Технические и электронные средства обучения	13
VII. Образовательные технологии	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	14

## I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

**Цели:** формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области применения компьютерных технологий для обработки и анализа информации в области экологии, в том числе сбора, хранения, статистической обработки и визуального представления данных о состоянии окружающей среды.

**Задачи:** дисциплина направлена на получение общепрофессиональных компетенций в области фундаментальных основ профессиональной деятельности посредством:

- изучения основ современных информационных технологий обработки и анализа пространственно-распределенных данных;
- получения навыка работы с программными средствами, предназначенными для оценки состояния окружающей среды;
- получения навыка работы с программными средствами, предназначенными для статистической обработки данных;
- получение навыка интерпретации результатов экологических расчетов в специализированных программных средствах и принятия решений, на их основе;
- изучение основ визуализации результатов исследований.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» относится к обязательной части.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.В.04 «Информационные технологии в задачах мониторинга загрязнения окружающей среды»;

Б1.О.09 «Геоинформационные технологии в экологии».

Таким образом, совокупность разделов, включенных в программу дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании», представляет собой важный этап единой системы подготовки магистров по профилю экологический менеджмент и аудит. Успешное освоение материала данной дисциплины возможно при условии овладения студентами фундаментальными знаниями в рамках курса указанных выше дисциплин.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б2.О.01 (Пд) Преддипломная практика;

Б3.01 (Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p align="center"><i>ОПК-3</i></p> <p>Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности</p>	<p align="center"><i>ОПК-3.1</i></p> <p>Уверенно применяет комплекс современных полевых, лабораторных, картографических, статистических методов исследований для сбора, обработки и анализа экологической информации и данных</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные программные средства, применяемые для различных задач оценки состояния окружающей среды;</li> <li>- методическую базу, на основе которой функционируют программные средства, предназначенные для выполнения экологических расчетов;</li> <li>- основные программные средства, предназначенные для визуализации результатов экологических расчетов и исследований.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с информацией из различных источников для решения профессиональных задач;</li> <li>- осуществлять ввод и обработку цифровой пространственной информации;</li> <li>- статистически обрабатывать данные исследований;</li> <li>- анализировать результаты расчетов, выполненных в специализированных программных средствах.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры;</li> <li>- навыками работы с экологическими офисными прикладными программами, а также альтернативными модулями для исследований.</li> </ul>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа,  
в том числе 0,72 зачетных единиц

Форма промежуточной аттестации: экзамен

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

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна	3			1	1		2	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
2	Программные средства по оценке загрязнения водных объектов	3			1	1		2	Отчет по практической работе;

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
								Отчет по самостоятельной работе	
3	Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога	3			1	1	2	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе	
4	Программные средства для акустических расчетов	3			1	1	2	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе	
5	Программные средства в области обращения с отходами	3			1	1	2	Отчет по практической работе;	

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
								Отчет по самостоятельной работе	
6	Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	3			3	3	2	5	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
7	Характеристики положения, разброса	3			1	1		2	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
8	Метод наименьших квадратов (МНК)	3			1	1		2	Отчет по практической работе;

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
									Отчет по самостоятельной работе
9	Регрессионный анализ	3			1	1		2	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
10	Альтернативные методы статистической обработки данных	3			3	3	2	5	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
11	Кластерный анализ	3			1	1		2	Отчет по практической работе;

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
									Отчет по самостоятельной работе
12	Визуализация результатов расчетов	3			3	3	1	5	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
	<b>Контроль самостоятельной работы</b>	3	3						
	<b>Промежуточная аттестация</b>	31							<b>Экзамен</b>
<b>Итого часов</b>			<b>108</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	

#### 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	Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна	Работа с методиками, реализованными в программных средствах	В течение семестра	2	Конспект	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.1-4)
3	Программные средства по оценке загрязнения водных объектов	Работа с методиками, реализованными в программных средствах	В течение семестра	2	Конспект	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.1-4)
3	Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога	Работа с методиками, реализованными в программных средствах	В течение семестра	2	Конспект	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.1-4)
3	Программные средства для акустических расчетов	Работа с методиками, реализованными в программных средствах	В течение семестра	2	Конспект	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.1-4)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Программные средства в области обращения с отходами	Работа с методиками, реализованными в программных средствах	В течение семестра	2	Конспект	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.1-4)
3	Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	Работа с системой HYSPLIT, EPA	В течение семестра	5	Отчет	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.7,8)
3	Характеристики положения, разброса	Работа с результатами практического задания, литературой	В течение семестра	2	Отчет	ОЛ*-3,4 ДЛ** - 3-6
3	Метод наименьших квадратов (МНК)	Работа с результатами практического задания, литературой	В течение семестра	2	Отчет	ОЛ*-3,4 ДЛ** - 3-6
3	Регрессионный анализ	Работа с результатами практического задания, литературой	В течение семестра	2	Отчет	ОЛ*-3,4 ДЛ** - 3-6
3	Альтернативные методы статистической обработки данных	Работа с ПО PAST, PSPP	В течение семестра	5	Отчет	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.9)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Кластерный анализ	Работа с результатами практического задания, литературой	В течение семестра	2	Отчет	ОЛ*-3,4 ДЛ** - 3-6
3	Визуализация результатов расчетов	Работа с ПО QGIS	В течение семестра	5	Отчет	Информационно-справочные системы из списка «б» раздела V (п.10)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>33</b>		

### 4.3 Содержание учебного материала

#### **Тема 1. Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна**

*Изучение «Методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Рассматриваются программы УПРЗА «Эколог», УПРЗА ЭКО-Центр. Дополнительные модули к программам, такие как: ГИС-Стандарт, Застройка и высота, Средние, Средние с застройкой, Метеофайл, Упрощенные средние, Среднесуточные, Риски, СЗЗ-Эколог, Эколог-Гео, Норма, Газ, Мега, Справочник веществ, Инвентаризация. Рассматривается ПО ПДВ-Эколог и дополнительные модули (НМУ-Эколог, Формирование таблиц НМУ). Программы для решения региональных задач (Эколог-город). Программы по прогнозированию последствий аварий (Аварии на нефтепроводах). Программы по расчету величин выбросов загрязняющих веществ и методики, лежащие в их основе. Выполнение практической работы по расчету максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, построение санитарно-защитной зоны.*

#### **Тема 3. Программные средства по оценке загрязнения водных объектов**

*Изучение «Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей». Рассматриваются программы «НДС-Эколог», «Расчет объемов поверхностного стока». Выполнение практической работы по расчету нормативов допустимых сбросов сточных вод в водный объект, загрязнение водного объекта в контрольном створе, на различных расстояния от выпуска сточных вод.*

#### **Тема 4. Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога**

*Рассматриваются: Модуль «2тп (воздух)», Модуль «2тп (отходы)», Модуль «2тп (водхоз)», Модуль «Форма 2-ОС», Модуль «Форма 4-ОС», Модуль «2тп (рекультивация)». Выполнение практической работы по заполнению форм федерального государственного статистического наблюдения № 2-тп (воздух), (отходы), (водхоз).*

#### **Тема 5. Программные средства для акустических расчетов**

*Изучение СП 51.13330.2011; ГОСТ 31295.1-2005. Рассматриваются программы «Эколог-Шум» и дополнительные модули: Расчет внешнего шума от железнодорожного транспорта; шум от автомобильных дорог; расчет шума от транспортных магистралей; расчет проникающего шума; расчет шума, проникающего из помещения на территорию.*

#### **Тема 6. Программные средства в области обращения с отходами**

*Изучение Приказа МПР РФ от 07.12.2020 № 1021 «Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». Рассматриваются программы «Отходы», «Отходы автотранспорта», «Отходы абразивных изделий», «Отходы железнодорожного транспорта», «Отходы котельных», «Отходы строительства» и нормативные акты, реализованные в данном программном обеспечении.*

#### **Тема 7. Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе**

*Моделирование траектории переноса примеси с применением модели HYSPLIT, моделирование загрязнения водных объектов и переноса примесей с применением моделей EPA.*

#### **Тема 8. Характеристики положения, разброса**

*Изучение характеристик положения: среднее арифметическое, среднее геометрическое, среднее гармоническое, мода, медиана, квантиль (формулы, применение, размерности). Выполнение практической работы. Изучение характеристик разброса: размах, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент асимметрии, эксцесс,*

коэффициент вариации, парный коэффициент корреляции (формулы, применение, размерности). Выполнение практической работы.

### **Тема 9. Метод наименьших квадратов (МНК)**

Условие метода наименьших квадратов, МНК для линейной и степенной зависимости, условие линеаризации разного рода зависимостей: гиперболической, логарифмической, показательной, комбинированной. Нахождение ошибки и выбор наилучшей зависимости. Выполнение практической работы.

### **Тема 10. Регрессионный анализ**

Факторы (предикторы) и предиктант. Отбор факторов при построении модели множественной регрессии. Построение регрессионной модели (множественное уравнение регрессии). Множественный коэффициент корреляции. Оценка весомости факторов. Оценка достоверности регрессионной модели. Выполнение практической работы.

### **Тема 11. Альтернативные методы статистической обработки данных**

Изучение ПО «PAST», ПО «PSPP». Расчет характеристик положения, разброса в ПО «PAST», расчет коэффициента детерминации для оценки достоверности регрессионной модели в ПО «PSPP».

### **Тема 12. Кластерный анализ**

Изучение подходов для построения кластеров: иерархические алгоритмы, иерархические агломеративные алгоритмы, дивизимная иерархическая кластеризация, неиерархические алгоритмы (метод k-средних). Анализ дендрограммы кластеров.

### **Тема 12. Визуализация результатов расчетов**

Визуализация результатов расчетов с применением встроенных картографических модулей стандартных программ расчета серии Эколог. Построение дендрограмм кластеров с применение ПО PAST. Визуализация результатов статистических расчетов в ПО QGIS.

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

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	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	<b>Тема 1</b>	Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
2	<b>Тема 2</b>	Программные средства по оценке загрязнения водных объектов	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
3	<b>Тема 3</b>	Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
4	<b>Тема 4</b>	Программные средства для акустических расчетов	1		Отчет	ОПК-3 ОПК-3.1

5	<b>Тема 5</b>	Программные средства в области обращения с отходами	1		Отчет	ОПК-3 ОПК-3.1
6	<b>Тема 6</b>	Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	3		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
7	<b>Тема 7</b>	Характеристики положения, разброса	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
8	<b>Тема 8</b>	Метод наименьших квадратов (МНК)	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
9	<b>Тема 9</b>	Регрессионный анализ	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
10	<b>Тема 10</b>	Альтернативные методы статистической обработки данных	3		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
11	<b>Тема 11</b>	Кластерный анализ	1		Расчетная работа	ОПК-3 ОПК-3.1
12	<b>Тема 12</b>	Визуализация результатов расчетов	3		Графическая работа	ОПК-3 ОПК-3.1

#### 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 1</b>	Провести актуализацию методической базы программных средств, предназначенных для расчета величин выбросов загрязняющих веществ.	ОПК-3	ОПК-3.1
2	<b>Тема 2</b>	Провести актуализацию методической базы программных средств, предназначенных для расчета объемов поверхностного стока.	ОПК-3	ОПК-3.1
3	<b>Тема 3</b>	Провести актуализацию методической базы программных модулей по формированию форм федерального государственного статистического наблюдения.	ОПК-3	ОПК-3.1

4	<b>Тема 4</b>	Провести актуализацию методической базы программных средств, предназначенных для акустических расчетов.	ОПК-3	ОПК-3.1
5	<b>Тема 5</b>	Провести актуализацию методической базы программных средств, предназначенных проведения расчетов в области обращения с отходами.	ОПК-3	ОПК-3.1
6	<b>Тема 6</b>	Составить алгоритм/описать этапы действий при работе с моделями HYSPLIT, ERA	ОПК-3	ОПК-3.1
7	<b>Тема 7</b>	Проанализировать результаты расчетов, выполненных в рамках практической работы	ОПК-3	ОПК-3.1
8	<b>Тема 8</b>	Проанализировать результаты расчетов, выполненных в рамках практической работы	ОПК-3	ОПК-3.1
9	<b>Тема 9</b>	Проанализировать результаты расчетов, выполненных в рамках практической работы	ОПК-3	ОПК-3.1
10	<b>Тема 10</b>	Составить алгоритм/описать этапы действий при работе с ПО PAST, PSPP.	ОПК-3	ОПК-3.1
11	<b>Тема 11</b>	Проанализировать результаты расчетов, выполненных в рамках практической работы	ОПК-3	ОПК-3.1
12	<b>Тема 12</b>	Составить алгоритм/описать этапы действий при визуализации результатов статистических расчетов в ПО QGIS	ОПК-3	ОПК-3.1

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

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании». Код доступа: cg559h.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) перечень литературы**

#### **Основная:**

1. Мизинцева, М.Ф. Информационная экология [Текст] / М. Ф. Мизинцева, Л. М. Королева, В. В. Бондарь. - М. : [б. и.], 2000. - 231 с. : ил. ; 23 см. - Библиогр.: с.206-228. - ISBN 5-85941-018-2 (1 экз.).
2. Иванищев, Вячеслав Васильевич. Инженерная экология: (вопросы моделирования) [Текст] : научное издание / В.В. Иванищев ; АН СССР, Ленингр. ин-т информатики и автоматизации. - Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. - 145 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 141-144. - ISBN 5-02-024392-2 (2 экз.).
3. Горлач, Б.А. Теория вероятности и математическая статистика [Текст] / Б.А. Горлач. - СПб : Лань, 2013. - 319 с. : ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 303. - Предм. указ.: с. 312-315. - ISBN 978-5-8114-1429-1 (3 экз.).
4. Вараксин, Анатолий Николаевич. Статистические модели с коррелированными предикторами в экологии и медицине [Текст] : научное издание / А. Н. Вараксин, В. Г. Панов, Ю. И. Казмер ; Рос. акад. наук, Уральское отд-ние, Ин-т пром. экологии. - Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. ун-та, 2011. - 141 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 131-137. - Предм. указ.: с. 138-139. - ISBN 978-5-7996-0626-8 (1 экз.).

#### **Дополнительная:**

1. Планирование и прогнозирование природно-экономических систем [Текст] : научное издание / Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние, Восточно-Сибирский фил. ; ред.: В. И. Гурман, Г. Н. Константинов. - Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1984. - 169 с. : ил. (2 экз.).
2. Оптимальное управление природно-экономическими системами [Текст] : научное издание / Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние, Вост.-Сиб. фил. ; ред.: В. И. Гурман, А. И. Москаленко. - М. : Наука, 1980. - 295 с. : ил., [1] вкл. л. табл. ; 21 см. - Библиогр.: с. 280-292. (1 экз.).
3. Семенов, Виктор Александрович. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие по напр. 010500 "Матем. обеспечение и администр. информ. систем" / В. А. Семенов. - СПб. : Питер, 2013. - 192 с. ; 21 см. - (Учебное пособие. Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 164-165. - ISBN 978-5-496-00120-5. (1 экз.).
4. Горобец, Борис Соломонович. Теория вероятностей, математическая статистика и элементы случайных процессов [Текст] : упрощен. курс / Б. С. Горобец. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Либроком, 2013. - 227 с. ; 21 см. - Библиогр.: с. 216. - ISBN 978-5-397-03449-4 (1 экз.).
5. Калинина, Вера Николаевна. Теория вероятности и математическая статистика [Текст] : компьютерно-ориентир. курс : учеб. для бакалавров : учеб. пособие по спец. "Менеджмент организации" / В. Н. Калинина ; Гос. ун-т упр. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 472 с. ; 22 см. - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 466-467. - ISBN 978-5-9916-2700-9. (1 экз.).
6. Статистические методы в экологии и природопользовании : учеб. пособие / Ю. Ю. Никифорова ; под. общ. ред. И. С. Белюченко. - Краснодар : КубГАУ, 2019. - 88 с. (В открытом доступе)  
<https://kubsau.ru/upload/iblock/b97/b9762071dbe21967c8a3be879ec1410a.PDF>

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

1. <https://integral.ru> – группа компаний «Интеграл»
2. <https://forum.integral.ru/index.php> - форум для экологов «Интеграл»

3. [http://wiki.integral.ru/index.php/База\\_знаний\\_Фирмы\\_Интеграл](http://wiki.integral.ru/index.php/База_знаний_Фирмы_Интеграл) - база знаний фирмы Интеграл
4. [http://wiki.integral.ru/index.php/Категория:Программные\\_термины](http://wiki.integral.ru/index.php/Категория:Программные_термины) – Термины и определения, присутствующие в программах серии «Эколог»
5. <https://eco-c.ru/public/emission/УПРЗА%20«ЭКО%20центр».%20Руководство%20пользователя.pdf> – Руководство пользователя УПРЗА «ЭКО центр»
6. [https://integral.ru/Integral/userguides/ecoMaster\\_manual.pdf](https://integral.ru/Integral/userguides/ecoMaster_manual.pdf) - Руководство пользователя серии программ «ЭкоМастер»
7. <https://www.epa.gov/ceam/modeling-products-assess-exposures> - EPA
8. <https://www.arl.noaa.gov/hysplit/> - HYSPLIT
9. [https://www.academia.edu/5978612/Past\\_manual](https://www.academia.edu/5978612/Past_manual) - Руководство пользователя PAST
10. [https://docs.qgis.org/2.14/ru/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/2.14/ru/docs/user_manual/index.html) - Руководство пользователя QGIS

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лекционные занятия проходят в аудитории на 30 посадочных мест с мультимедийным оборудованием и учебной мебелью.

Практические занятия, требующие использование персональных компьютеров проходят в компьютерном классе на 14 посадочных мест.

### 6.2. Программное обеспечение:

Для выполнения практических работ используются следующие пакеты специализированных программ:

- Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог»;
- Программа для расчета нормативов допустимых сбросов «НДС-Эколог»;
- Специализированные стандартные компьютерные программы для создания экологической отчетности («2-ТП (воздух)», «2-ТП (водхоз)», «2-ТП (отходы)», «Экологические платежи предприятия»);
- Microsoft Excel;
- Пакеты программ, находящиеся в открытом доступе ПО «PAST», ПО «PSPP».

### 6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ.

По каждой теме дисциплины подготовлены презентации, размещенные в открытом доступе в ЭИОС.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

**Проектная технология:** организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

**Контекстное обучение:** мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

**Обучение на основе опыта:** активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

**Обучение критическому мышлению:** построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

**Станционное обучение:** организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

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

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна	Лекция	Информационные технологии	1
2	Программные средства по оценке загрязнения водных объектов	Лекция	Информационные технологии	1
3	Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога	Лекция	Информационные технологии	1
4	Программные средства для акустических расчетов	Лекция	Информационные технологии	1
5	Программные средства в области обращения с отходами	Лекция	Информационные технологии	1
6	Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в	Лекция/ Практическая работа/ Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Контекстное обучение/ Проблемное обучение	3/3/5

	атмосферном воздухе			
7	Характеристики положения, разброса	Лекция	Информационные технологии	1
8	Метод наименьших квадратов (МНК)	Лекция	Информационные технологии	1
9	Регрессионный анализ	Лекция	Информационные технологии	1
10	Альтернативные методы статистической обработки данных	Лекция/ Практическая работа/ Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Контекстное обучение/ Проблемное обучение	3/3/5
11	Кластерный анализ	Лекция	Информационные технологии	1
12	Визуализация результатов расчетов	Лекция/ Практическая работа/ Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Контекстное обучение/ Проблемное обучение	3/3/5
Итого часов				Лекции 18/ практические работы 9/ самостоятельные работы 15

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

### 8.1 Оценочные материалы (ОМ):

*Оценочные материалы для входного контроля – не предусмотрены.*

*Оценочные материалы текущего контроля*

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
Программные средства по оценке загрязнения воздушного бассейна	Знает «Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе», основные программы и дополнительные модули для расчета	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
	загрязнения атмосферного воздуха. Способен выполнять расчеты в программе УПРЗА «ЭКО-центр», выполнять построение карт изолиний и санитарно-защитных зон.		
Программные средства по оценке загрязнения водных объектов	Знает «Методику разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей» Способен выполнить расчет в программе «НДС-Эколог» и проанализировать полученные результаты.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Программные средства, направленные на автоматизацию рабочего места эколога	Знает основные модули, используемые для подготовки форм статистической отчетности. Способен выполнить подготовку форм 2-тп (воздух); 2-тп (водхоз); 2-тп (отходы) в специализированных модулях.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Программные средства для акустических расчетов	Знает основные положения СП 51.13330.2011, ГОСТ 31295.1-2005. Знает основные программные средства, используемые для акустических расчетов.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Программные средства в области обращения с отходами	Знает основные положения Приказа МПР РФ №1021 «Об утверждении Методических указаний по	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не	ОПК-3 ОПК-3.1

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
	разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». Знает основные функциональные возможности программы «Отходы»	ниже «удовлетворительно».	
Альтернативные программные средства анализа переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	Знает основные функциональные возможности моделей HYSPLIT, ERA. Умеет работать в данных системах и анализировать полученные результаты	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Характеристики положения, разброса	Знает характеристики положения, разброса, расчетные формулы, единицы измерения. Способен произвести расчет в Excel как по формуле, так и по функции. Способен проанализировать полученные результаты	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Метод наименьших квадратов (МНК)	Знает теоретические основы МНК. Умеет применить метод наименьших квадратов для расчета коэффициентов зависимости линейной и степенной связи. Способен произвести расчет в Excel, построить точечную диаграмму с указанием линии тренда и уравнения, выполнить расчет ошибки. Способен проанализировать полученные результаты.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
Регрессионный анализ	Знает теоретические основы построения регрессионной модели, требования к выбору факторов (предикторов). Умеет выполнить расчет множественного коэффициента корреляции в Excel, построить множественное уравнение регрессии. Способен оценить достоверность регрессионной модели	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Альтернативные методы статистической обработки данных	Знает основные функциональные возможности программ PAST, PSPP. Умеет работать в данных системах и анализировать полученные результаты	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Кластерный анализ	Знает теоретические основы кластерного анализа. Умеет выполнить кластерный анализ в программе «PAST», построить дендрограмму кластеров. Способен проанализировать дендрограмму кластеров.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1
Визуализация результатов расчетов	Знает основные функциональные возможности QGIS и может визуализировать результаты статистической обработки данных.	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	ОПК-3 ОПК-3.1

Текущий контроль в виде проверки отчета по практической или самостоятельной работе, предполагает следующие варианты оценивания:

Оценка выполнения практических (самостоятельных) работ. Отметка "отлично" ставится, если студент:

- 1) правильно определил цель задания;
- 2) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений или расчетов;
- 3) самостоятельно и рационально выбрал для работы необходимые методы, все измерения выполнил в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- 4) научно грамотно, логично описал результаты и сформулировал выводы. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы;
- 5) проявляет организационно-трудовые умения;
- 7) измерения осуществляет по плану с учетом правил работы с оборудованием.

Отметка "хорошо" ставится, если студент выполнил требования к оценке "отлично", но:

- 1) измерения проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- 2) или было допущено два-три недочета;
- 3) или измерения/расчет проведен не полностью;
- 5) или в описании результатов допустил неточности, выводы сделал неполные.

Отметка "удовлетворительно" ставится, если студент:

- 1) правильно определил цель задания; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;
- 2) или подбор материалов, методов работы по началу опыта провел с помощью преподавателя; или в ходе проведения измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов;
- 3) измерения/расчет проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;
- 4) допускает грубую ошибку в ходе измерения/расчета (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил при работе с приборами), которая исправляется по требованию преподавателя.

Отметка "неудовлетворительно" ставится, если студент:

- 1) не определил самостоятельно цель задания; выполнил работу не полностью, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
- 2) или измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;
- 3) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "удовлетворительно";
- 4) допускает две (и более) грубые ошибки в ходе измерений/расчетов, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил работы с приборами, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.

### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.**

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену:

1. Какая отчетная документация в области охраны атмосферного воздуха должна
2. На решение каких задач направлены основные положения «Методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»?
3. В чем заключаются основные функциональные особенности программы «ЭКО-центр»?
4. В чем достоинства и недостатки программы «ЭКО-центр»?

5. Основные положения «Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей».
6. В чем заключаются функциональные возможности программы «НДС-Эколог»?
7. В чем достоинства и недостатки программы «НДС-Эколог»?
8. Какая информация содержится в формах статистической отчетности 2-тп (воздух), 2-тп (отходы), 2-тп (водхоз)?
9. В чем заключаются функциональные возможности программы «Экомастер», в которую включены модули: 2-тп (воздух), 2-тп (отходы), 2-тп (водхоз)?
10. Основные положения ГОСТ 31295.1-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности».
11. В чем заключаются основные функциональные возможности программы «Эколог-Шум»?
12. Основные положения «Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».
13. В чем заключаются основные функциональные возможности программы «Отходы»?
14. Перечислите все характеристики, которые относятся к группе характеристик разброса;
15. К какой группе характеристик относят среднее геометрическое?
16. В чем разница применения среднего арифметического, среднего геометрического, среднего гармонического?
17. Для ряда данных температур была рассчитана характеристика «среднее арифметическое», в каких единицах измерения будут результаты?
18. Определите значение медианы для двух рядов данных, объясните как вы получили данное значение:

$$\begin{array}{c} 2\ 5\ 4\ 8 \\ 3\ 5\ 2\ 9\ 7 \end{array}$$

19. Запишите формулу для расчета коэффициента асимметрии
20. Для ряда данных температур были получены характеристики: 1) среднее арифметическое – 14; среднее квадратическое отклонение – 1. Для ряда данных концентраций были получены характеристики: 1) среднее арифметическое – 0,05; 2) среднее квадратическое отклонение – 0,06. Сделайте выводы по данным результатам.
21. Как можно охарактеризовать ряд данных, если рассчитанное значение коэффициента вариации составит 15 %?
22. Запишите уравнение прямой и степенной зависимости;
23. Решите определитель, распишите алгоритм расчета
 
$$\begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 7 & 3 \end{vmatrix}$$
24. Запишите условие метода наименьших квадратов в виде уравнения
25. С помощью какого параметра оценивается достоверность регрессионной модели?
26. Каким должно быть значение парного коэффициента корреляции, чтобы связь можно было оценить как тесную или сильную?
27. Что такое кластерный анализ?
28. Какие статистические методы вы знаете?
29. Приведите классификацию статистических методов?
30. Запишите формулы всех характеристик положения.
31. Что характеризует каждая их характеристик положения, какие единицы измерения имеет?
32. Запишите формулы всех характеристик разброса.
33. Что характеризует каждая их характеристик разброса, какие единицы измерения имеет?
34. В чем суть метода наименьших квадратов?

35. Расскажите алгоритм нахождения коэффициентов зависимости линейной связи
36. Расскажите алгоритм нахождения коэффициентов зависимости степенной связи
37. Как определить наилучший способ описания зависимости между величинами?
38. Что такое факторы (предикторы) и предиктант? Каким условиям должны удовлетворять факторы (предикторы)?
39. Расскажите алгоритм построения регрессионной модели?
40. Как оценить достоверность регрессионной модели?
41. Множественный коэффициент корреляции: расчетная формула, пределы изменения, размерность.
42. Основные функциональные возможности ПО «PAST»
43. Основные функциональные возможности ПО «PSPP»
44. Какие алгоритмы возможно применять при проведении кластерного анализа?
45. Что такое дендрограмма кластеров, какие подходы существуют для ее анализа?

**Разработчики:**

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

доцент  
 \_\_\_\_\_  
 (занимаемая должность)

А.В. Ахтиманкина  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования  
 «05» июня 2021 г. Протокол №12  
 (наименование)

Зав. Кафедрой  Аргучинцева А.В.

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



**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2022/2023 учебный год**

Изменений в рабочей программе дисциплины на 2022/2023 учебный год нет.

Декан географического факультета



Вологжина С.Ж.