

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан естественно-географического факультета



С.В. Жеглов

«30» августа 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
бакалавриат

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки Экология

Форма обучения Заочная

Сроки освоения ОПОП Нормативный (4 г. 6 мес.)

Естественно-географический факультет

Кафедра Экологии и природопользования

Рязань, 2018

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины Математические методы в экологии являются формирование общепрофессиональных компетенций студентов в области использования математических методов в экологии. Дисциплина предназначена для ознакомления студентов с наиболее распространенными математическими методами решения экологических задач и с наиболее применяемыми математическими моделями.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина Математические методы в экологии относится к вариативной части Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Общая экология

Математика

Физика

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

Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды

Прикладная экология

Экологический мониторинг

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных (ОПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию	Основные математические приемы сбора, обработки и анализа экологической информации	Использовать компьютерно-математические методы для исследования состояния и процессов в природных и техногенных системах	Методами компьютерного моделирования состояния различных систем, механизмов техногенного воздействия на человека и окружающую среду.
2	ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических, биологических основ в экологии и природопользовании; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами	Теоретические основы естественных наук, экологические проблемы эко- и техносферы, методы их контроля, современные методы количественной обработки	Использовать знания основ естественных наук и современных методов обработки информации для анализа и интерпретации результатов статистического анализа	Навыками моделирования состояния природной и техногенной среды, средствами измерения и математической оценки параметров окружающей среды

		отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценками современными методами количественной обработки информации.	информации		
--	--	---	------------	--	--

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Математические методы в экологии					
Цель дисциплины	формирование общепрофессиональных компетенций студентов в области использования математических методов в экологии. Дисциплина предназначена для ознакомления студентов с наиболее распространенными математическими методами решения экологических задач и с наиболее применяемыми математическими моделями.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки	Знания: Основных математических приемов сбора, обработки и анализа экологической информации. Умения: использовать компьютерно-математические методы для исследования	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Контрольная работа Тестирование Экзамен	<b>ПОРОГОВЫЙ</b> Знает основополагающие понятия и терминологию математических исследований. Умеет обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию. Владеет аппаратом и программами для обработки результатов мониторинга. <b>ПОВЫШЕННЫЙ</b> Знает основополагающие

	<p>информации и анализа данных по экологии и природопользованию</p>	<p>состояния и процессов в природных и техногенных системах  Владения: методами компьютерного моделирования состояния различных систем, механизмов техногенного воздействия на человека и окружающую среду</p>			<p>понятия, терминологию, теорию и методы математической статистики. Хорошо ориентируется в программном пакете Excel. Ориентируется в программах для обработки результатов мониторинга (например, Statistica). Умеет обобщать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальную информацию. Способен использовать компьютерно-математические методы для исследования состояния и процессов в природных и техногенных системах. Владеет методами компьютерного моделирования состояния различных систем, механизмов техногенного воздействия на человека и окружающую среду. Хорошо владеет математическим аппаратом для управления сбором информации. На хорошем уровне владеет навыками работы с компьютером. Имеет навыки программирования.</p>
--	---	--	--	--	--

ОПК-2	<p>Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических, биологических основ в экологии и природопользовании; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценками современными</p>	<p>Знания: теоретических основ естественных наук, экологических проблем эко- и техносферы, методов их контроля, современных методов количественной обработки информации</p> <p>Умения: использовать знания основ естественных наук и современных методов обработки информации для анализа и интерпретации результатов статистического анализа</p> <p>Владения: навыками моделирования состояния природной и техногенной среды, средствами измерения и математической оценки параметров окружающей среды</p>	<p>Лекции Практические занятия Самостоятельная работа</p>	<p>Контрольная работа Тестирование Экзамен</p>	<p><b>ПОРОГОВЫЙ</b> Знает основные разделы математики и математической статистики для обработки результатов мониторинга окружающей среды. Умеет сравнивать данные информационных систем о состоянии и параметрах окружающей среды. Владеет основными методами математической обработки результатов мониторинга.</p> <p><b>ПОВЫШЕННЫЙ</b> Знает основные разделы математики, математической статистики и теории вероятности для обработки результатов мониторинга окружающей среды. Имеет базовые знания фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических, биологических основ в экологии и природопользовании. Владеет знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах. Умеет проводить оценку состояния природной и техногенной среды по данным мониторинга. Умеет проводить</p>
-------	---	---	---	--	--

	методами количественной обработки информации.				сравнительный анализ данных информационных систем о состоянии и параметрах окружающей среды, полученных разными видами мониторинга. Способен прогнозировать тенденции изменения параметров окружающей среды на основе сравнительного анализа и моделирования. Владеет основными методами математической обработки и анализа данных результатов мониторинга. На хорошем уровне владеет методикой работы со средствами мониторинга. Владеет навыками моделирования состояния природной и техногенной среды.
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				

ПК-21	<p><b>владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</b></p>	<p><b>Знания:</b> теоретические основы статистической и математической обработки экологических данных; различные способы и подходы к статистической и математической обработке экологических данных <b>Умения:</b> применять математические и статистические методы при анализе экологических процессов и явлений; оценивать и прогнозировать развитие экологических процессов и явлений на основе результатов математического и статистического анализа полевой и лабораторной экологической информации <b>Владения:</b> методами математической и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной</p>	<p>Лекции Практические занятия Самостоятельная работа</p>	<p>Контрольная работа Тестирование Экзамен</p>	<p><b>ПОРОГОВЫЙ</b> Знает теоретические основы статистической и математической обработки экологических данных; Умеет применять математические и статистические методы при анализе экологических процессов и явлений; Владеет методами математической и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации <b>ПОВЫШЕННЫЙ</b> Знает теоретические основы статистической и математической обработки экологических данных; различные способы и подходы к статистической и математической обработке экологических данных Умеет применять математические и статистические методы при анализе экологических процессов и явлений; оценивать и прогнозировать развитие экологических процессов и явлений на основе результатов математического и статистического анализа полевой и лабораторной экологической информации Владеет методами математической и</p>
-------	---	--	---	--	--



		экологической информации; основными методами анализа многомерных данных, полученных при лабораторных и полевых экологических исследованиях для системного изучения экосистем			статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; основными методами анализа многомерных данных, полученных при лабораторных и полевых экологических исследованиях для системного изучения экосистем
--	--	---	--	--	---

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		№ 2 часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)		
2. Самостоятельная работа студента (всего)	193	193
Контрольная работа	+	+
В том числе	-	-
Подготовка к собеседованию	48	48
Подготовка реферата	46	46
Подготовка контрольной работы	70	70
Подготовка к тестированию	29	29
<i>СРС в семестре:</i>	193	193
Курсовая работа	КП	
	КР	
Другие виды СРС:	-	-
<i>СРС в период сессии</i>		
Контроль-экзамен	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	Э
	экзамен (Э)	(9 ч.)
		(9 ч.)
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	216
	зач. ед.	6

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов дисциплины

№ курса	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
2	1	Основы математической статистики	<p>Общее знакомство с дисциплиной. История статистики. Технология планирования научных исследований, классификация используемых методов исследования, правила хорошего статистика, история формирования биометрии. Ошибки в экологических исследованиях. Наиболее существенные ошибки в экологических исследованиях, мнимые повторности, пути избегания ошибок, применение правил хорошего статистика, стандартизация инструментов. Объем совокупности. Удобное представление данных. Типы вариации признаков и проведение их группировки, способы наглядного представления данных, вариация, вариационные ряды, графики и таблицы, зависимые и независимые переменные.</p>
2	2	Методы описания и сравнения данных	<p>Описание данных. Две группы показателей, характеризующих совокупности, особенности среднего арифметического, расчет среднего, дисперсии, стандартного отклонения, коэффициента вариации. Вариационный размах. Теоретические основы оценки совокупностей. Теоретические основы оценки совокупностей: генеральная и выборочная совокупность, нормальный закон, нормальное распределение, уровень значимости и доверительные вероятности, нулевая гипотеза и</p>

			<p>правила ее принятия/отклонения, статистическая ошибка и ее расчет. Оценка двух и более совокупностей (параметрические критерии)</p> <p>Отличия параметрических критериев оценки совокупности от непараметрических. Критерий Стьюдента, его ограничения, методы проверки выборки на нормальность. F-критерий.</p> <p>Оценка двух и более совокупностей (непараметрические критерии).</p> <p>Ранжирование значений вариант в совокупности, критерий U Манна-Уитни, использование критерия хи-квадрат, его ограничения.</p>
2	3	Компьютерные способы обработки данных	<p>Использование системы STATISTICA 6.0.</p> <p>Программа STATISTICA 6.0, расчет простейших описательных статистик в программе, расчет критериев t, F, U-Манна-Уитни.</p> <p>Использование программы Microsoft Excel.</p> <p>Программа MS Excel, расчет простейших описательных статистик в программе, расчет критериев t, F, U-Манна-Уитни.</p>

## 2.2. Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ курса	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего
1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	Основы математической статистики	2		2	80	84
2	2	Методы описания и сравнения данных	2		4	70	76
2	3	Компьютерные способы обработки данных	2		2	43	47
		Разделы дисциплины №-1-3	6	-	8	193	207
		ИТОГО за семестр	6		8	193	207

		ИТОГО	6	-	8	193	216
--	--	-------	---	---	---	-----	-----

### **2.3. Лабораторный практикум**

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

### **2.4. Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ курса	№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
2	1.	Основы математической статистики	Подготовка к собеседованию-20 Подготовка к тестированию-10 Подготовка реферата-20 Выполнение контрольной работы-30	80
	2.	Методы описания и сравнения данных	Подготовка к собеседованию-18 Подготовка к тестированию-12 Подготовка реферата-16 Выполнение контрольной работы-24	70
	3.	Компьютерные способы обработки данных	Подготовка к собеседованию-10 Подготовка к тестированию-7 Подготовка реферата-10 Выполнение контрольной работы-16	43
ИТОГО в семестре:				193
ИТОГО				193

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

##### 3.3.1.Контрольные работы/рефераты

## Примерные темы контрольных работ

1. Измерения физических величин
2. Класс точности приборов.
3. Ошибки измерений
4. Оформление результатов измерений, значащие цифры
5. Генеральная и выборочная совокупности
6. Построение вариационного ряда
7. Основные параметры выборок: математическое ожидание
8. Основные параметры выборок: мода
9. Основные параметры выборок: медиана
10. Основные параметры выборок: асимметрия
11. Основные параметры выборок: эксцесс
12. Вычисление параметров выборок. Среднее взвешенное. Стандартное отклонение.
13. Основные типы распределений случайных величин.
14. Нормальное распределение
15. Распределение Стьюдента
16. Распределение Пуассона
17. Построение кривой нормального распределения. Малая функция Лапласа
18. Оценка принадлежности варианты к выборке
19. Уровни статистической значимости.
20. Проверка нулевой гипотезы
21. Сравнение двух частотных распределений. Критерий хи-квадрат
22. Сравнение двух частотных распределений. Критерий Фишера
23. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона
24. Сглаживание результатов измерений
25. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов

### Примерные темы рефератов

1. Общие представления о математических методах.
2. Математическое моделирование.
3. Матрицы и системы уравнений.
4. Определители.
5. Собственные значения и собственные векторы.
6. Географические и экологические объекты как случайные величины.
7. Числовые характеристики случайных величин.
8. Теоретические законы распределения.
9. Применение законов распределения для анализа географических объектов.
10. Системный подход в геоэкологии.
11. Корреляционный анализ.
12. Регрессионный анализ.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Обоснование выбора вида регрессии.
15. Линейная интерполяция.
16. Ступенчатая интерполяция.
17. Принцип составления нормальной системы уравнений в матричной форме.
18. Критерии достаточности выбора степени аппроксимирующего полинома.
19. Тренды, методы их выделения.
20. Статистическая фильтрация и сглаживание временных рядов.
21. Гармонический анализ временного ряда.
22. Автокорреляционная функция.
23. Корреляционная матрица.
24. Множественная линейная регрессия.
25. Метод ближайших точек
26. Метод главных компонент.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

##### 4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине

Рейтинговая система в Университете не используется.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, вид издания, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Математическое моделирование в экологии. Историко-методологический анализ / В.Н. Тутубалин, Ю. Барабашева, А.А. Григорян, Г.Н. Девяткова. -	1-3	4	ЭБС	ЭБС



	Москва : Языки русской культуры, 1999. - 208 с. - ISBN 5-7859-0112-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=213215">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=213215</a> (дата обращения 25.08.2018).				
2	Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] : учебное пособие / Ю.Г.Пузаченко. - М. : Академия, 2004. - 416 с.	1-3	4	13	0

## 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, вид издания, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Ворожцов, Д.М. Математическое моделирование лесных экосистем : практикум / Д.М. Ворожцов, Н.А. Власова ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - 84 с. : ил. - Библиогр.: с. 81. - ISBN 978-5-8158-1776-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494228">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494228</a> (дата обращения 25.08.2018).	1-3	4	ЭБС	ЭБС
2	Иванов, В.В. Математическое моделирование : учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - 88 с. : схем., табл. - ISBN 978-5-8158-1744-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459482">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459482</a> (дата обращения 25.08.2018).	1-3	4	ЭБС	ЭБС
3	Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков ; Министерство образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский	1-3	4	ЭБС	ЭБС

	государственный университет». - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2014. - Ч. I. Математические основы. - 102 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442767">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442767</a> (дата обращения 25.08.2018).				
4	Наац, В.И. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы / В.И. Наац, И.Э. Наац. - Москва : Физматлит, 2009. - 326 с. - ISBN 978-5-9221-1160-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76600">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76600</a> (дата обращения 25.08.2018).	1-3	4	ЭБС	ЭБС
5	Новоселов, А.Л. Модели и методы принятия решений в природопользовании : учебное пособие / А.Л. Новоселов, И.Ю. Новоселова. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 383 с. : табл., граф., ил., схемы - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-01808-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115170">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115170</a> (дата обращения 25.08.2018).	1-3	4	ЭБС	ЭБС

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. ВООК.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотека. ВООК.ru — это независимая электронно-библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы для вузов, ссузов, техникумов, библиотек. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.book.ru>.

2. Компьютерная справочно-правовая система России «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru/>. Подробно изложены нормативно-правовые акты в области экологии и природопользования.

3. Библиотека ГОСТов и нормативных документов [Электронный ресурс] URL: <http://libgost.ru/>. Представлен обширный перечень государственных стандартов и нормативных документов в области экологии и природопользования.

4. Банк патентов: информационный портал российских изобретателей [Электронный ресурс] URL: <http://bankpatentov.ru/>. Приводятся инновационные разработки в области экологии и природопользования.

5. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. Представленная электронно-библиотечная система (ЭБС) — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/>. Крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе.

7. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] URL: <http://biblioclub.ru/>. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» — это электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии, видео- и аудиоматериалы, иллюстрированные издания по искусству, литературу нон-фикшн, художественную литературу. Каталог изданий систематически пополняется новой актуальной литературой и в настоящее время содержит почти 100 тыс. наименований.

8. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт / Рос. гос. б-ка. – Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 - . Российская государственная библиотека (РГБ) является уникальным хранилищем подлинников диссертаций, защищенных в стране с 1944 года по всем специальностям – Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>.

9. ЮРАЙТ [Электронный ресурс] : электронная библиотека. ЭБС Юрайт – это сайт для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

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

1. Портал «Гильдия экологов России» <http://www.ecoguild.ru>
2. Портал «Экология» <http://www.spsl.nsc.ru>
3. Электронная библиотека [www.library.rsu.edu](http://www.library.rsu.edu).
4. Институт мировых ресурсов (World Resources Institute – WRI) (<http://www.wri.org>)
5. Карты экосистем и землепользования для континентов (<http://edcdaac.usgs.gov/glcc.html>)
6. Цели мирового развития на период 1990-2015 гг. ([www.developmentgoals.org](http://www.developmentgoals.org))
7. Журнал «Экология и Промышленность России» (<http://ecip.newmail.ru/ecip.htm>)
8. Экологический информационный бюллетень ЦЕНТРА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (<http://www.mnepu.ru>)
9. Сайт института динамики геосфер РАН (<http://idg.chph.ras.ru>)
10. Сайт института геоэкологии РАН (<http://www.geoenv.ru>)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office: Word, Excel, PowerPoint и др.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Требования к специализированному оборудованию отсутствуют.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на

	консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Собеседование	Форма учебно-практических занятий, при которой студенты обсуждают сообщения и доклады, выполненные ими по результатам учебных под руководством преподавателя. Преподаватель в этом случае является координатором обсуждений темы собеседования, подготовка к которому является обязательной. Поэтому тема собеседования и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование навыков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Тестирование	Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При подготовке к тесту не следует просто заучивать, необходимо понять логику изложенного материала. Этому немало способствует составление развернутого плана, таблиц, схем, внимательное изучение исторических карт.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Интерактивное общение с помощью электронной почты.
3. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (электронные презентации, видеофильмы).

**9. Требования к программному обеспечению учебного процесса:**

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	№Tr000043844 от 22.09.15г.
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.
Офисное приложение Libre Office	свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	свободно распространяемое ПО

**10. Иные сведения: отсутствуют.**

## Приложение 1

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

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Основы математической статистики	ОПК-1 ОПК-2 ПК-21	Экзамен
2.	Методы описания и сравнения данных		
3.	Компьютерные способы обработки данных		

### ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
<b>ОПК 1</b>	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию	<b>знать</b>	
		<b>1</b> основы естественных наук	<b>ОПК1 З1</b>
		<b>2</b> основы математической статистики	<b>ОПК1 З2</b>
		<b>3</b> методы оценки состояния окружающей среды	<b>ОПК1 З3</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>1</b> обобщать полученную информацию	<b>ОПК1 У1</b>
		<b>2</b> обрабатывать полученную	<b>ОПК1 У2</b>

		информацию	
		<b>3</b> интерпретировать полученные данные	<b>ОПК1 У3</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>1</b> методами сбора экологической информации	<b>ОПК1 В1</b>
		<b>2</b> методами обработки экологической информации	<b>ОПК1 В2</b>
		<b>3</b> навыками анализа экспериментальной информации.	<b>ОПК1 В3</b>
<b>ОПК 2</b>	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических, биологических основ в экологии и природопользовании; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценками современными методами количественной обработки информации.	<b>Знать</b>	
		<b>1</b> Теоретические основы естественных наук	<b>ОПК2 З1</b>



		<b>2</b> экологические проблемы эко- и техносферы,	<b>ОПК2 32</b>
		<b>3</b> современные методы количественной обработки информации	<b>ОПК2 33</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>1</b> использовать знания основ естественных наук для оценки состояния экосистем	<b>ОПК2 У1</b>
		<b>2</b> проводить обработку информации об экосистемах на основе математических современных методов	<b>ПК2 У2</b>
		<b>3</b> проводить анализ и интерпретацию результатов статистических исследований	<b>ОПК2 У3</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>1</b> навыками статистической обработки результатов мониторинга	<b>ОПК2 В1</b>
		<b>2</b> навыками анализа данных	<b>ОПК2 В2</b>
		<b>3</b> навыками сравнительного анализа данных	<b>ОПК2 В3</b>
<b>ПК-21</b>	<b>владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</b>	<b>Знать</b>	
		<b>1</b> теоретические основы статистической и математической обработки экологических данных	<b>ПК21 31</b>
		<b>2</b> различные способы и подходы к статистической и математической обработке экологических данных	<b>ПК21 32</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>1</b> применять математические и	<b>ПК21 У1</b>

		статистические методы при анализе экологических процессов и явлений	
		2 оценивать и прогнозировать развитие экологических процессов и явлений на основе результатов математического и статистического анализа полевой и лабораторной экологической информации	ПК21 У2
		<b>владеть</b>	
		1 методами математической и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации	ПК21 В1
		2 основными методами анализа многомерных данных, полученных при лабораторных и полевых экологических исследованиях для системного изучения экосистем	ПК21 В2

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)

№	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Основания внедрения математики в экологию	ОПК1 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
2	Генеральная совокупность и выборка	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
3	Типы исследования	ОПК1 3132 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
4	Измерения физических величин. Теория измерений	ОПК1 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
5	Расчет ошибок измерений	ОПК1 В1, ОПК2 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
6	Класс точности приборов	ОПК1 В1
7	Обязательные параметры эксперимента.	ОПК2 У3 ОПК2 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2

8	Ошибки в применении статистических методов.	ОПК2 У3 ОПК2 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
9	Пути избегания ошибок в применении статистических методов в экологии	ОПК2 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
10	Типы вариации признаков. Группировка данных.	ОПК2 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
11	Способы отбора	ОПК2 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
12	Эмпирическая функция распределения	ОПК2 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
13	Представление данных. Таблицы, графики. Правила оформления таблиц и графиков.	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
14	Распределение частот	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
15	Построение вариационного ряда	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
16	Две группы показателей для характеристики вариационных рядов.	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
17	Среднее арифметическое: свойства	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
18	Математическое ожидание, среднее, медиана	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
19	Среднее квадратичное отклонение и дисперсия как меры изменчивости совокупности	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
20	Построение вариационного ряда с помощью программы Excel	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
21	Число степеней свободы	ОПК2 31 У3 В1 ПК21 31 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
22	Средняя ошибка. Ошибки для стандартного отклонения и коэффициента вариации	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2

		ПК21 В1 ПК21 В2
23	Асимметрия и эксцесс	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
24	Построение гистограммы эмпирического распределения и	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
25	Определение параметров эмпирического распределения	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
26	Построение распределения и определение его параметров в программе Excel	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
27	Основные типы распределений случайных величин. Нормальное распределение	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
28	Основные типы распределений случайных величин. Распределение Пуассона	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
29	Функция Лапласа	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
30	Построение нормального распределения	ОПК1 32, ОПК2 32, ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
31	Построение нормального распределения в программе Excel	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
32	Статистические критерии	ОПК1 32, ОПК2 32 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
33	Сравнение распределений. Нулевая гипотеза.	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
34	Правила отклонения нулевой гипотезы	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
35	Доверительные вероятности. Уровни значимости	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
36	Критерий Стьюдента: назначение, формула для вычисления и ограничения. Таблица критических значений t-критерия	ОПК1 В3, ОПК2 В3, ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
37	Критерий $\chi^2$ : назначение, формула для вычисления и ограничения. Схема анализа	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
38	Критерий Фишера	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
39	Корреляция. Разница между корреляционной	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1

	зависимостью и корреляционной связью.	ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
40	Типы корреляции.	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
41	Формулы для нахождения коэффициента корреляции и его ошибки.	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
42	Оценка достоверности	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
43	Сглаживание результатов измерений	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
44	Аппроксимация функций методом наименьших квадратов	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
45	Сглаживание результатов измерений в программе Excel	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
46	Регрессия. Отличие коэффициента корреляции от коэффициента регрессии	ОПК1 32, ОПК2 32 У3 В1 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
47	Основы факторного и кластерного анализа	ОПК1 32, ОПК2 33 У2 В3 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
48	Однопараметрический факторный анализ	ОПК1 32, ОПК2 33 У2 В3 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
49	Дисперсионный анализ	ОПК1 32, ОПК2 33 У2 В3 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2
50	Методы кластеризации	ОПК1 32, ОПК2 33 У2 В3 ПК21 31 ПК21 32 ПК21 У1 ПК21 У2 ПК21 В1 ПК21 В2

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

**«Отлично» (5)** – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами, причем не затрудняется с ответом при видоизменении 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые

## СИСТЕМЫ:

заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

**«Хорошо» (4)** – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

**«Удовлетворительно» (3)** – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

**«Неудовлетворительно» (2)** – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.