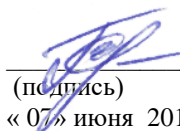




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

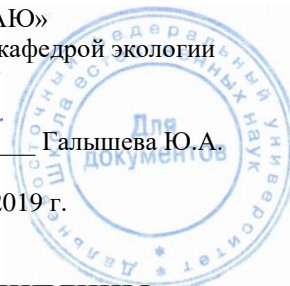
**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Гальшева Ю.А.  
(подпись)  
«07» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой экологии

  
Гальшева Ю.А.  
(подпись)  
«07» июня 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Математические методы в экологии  
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
Профиль «Экология и природопользование»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4  
лекции 36 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. 0 / пр. 18 / лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_\_ час.  
контрольные работы (количество) \_\_\_\_\_  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет 4 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ № 235 от 18.02.2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры экологии, протокол № 16 от «07» июня 2019 г.

Заведующий (ая) кафедрой Гальшева Ю.А.  
Составитель (ли): к.б.н., доцент Мордухович В.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Цель** освоения дисциплины: получение студентами теоритических знаний и практических навыков использования математических методов для анализа и обработки данных в экологии и природопользовании.

**Задачи освоения дисциплины:**

- Освоение математических методов анализа экологических данных;
- Применение на практике методов статистического анализа для решения различных задач экологии и природопользования;
- Закрепление навыков самостоятельного использования математических методов анализа экологических данных для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Моделирование и математические методы в экологии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-5 способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности;

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;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
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	Знает	базовые методы математической обработки экологической информации
	Умеет	применять математические методы для обработки и анализа экологической информации
	Владеет	практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологической информации
ПК-2 владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических	Знает	математические методы необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования

исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Умеет	применять математические методы для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования
	Владеет	практическими навыками использования математических методов для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования

## **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Тема 1. Предмет и задачи математической статистики в экологии.**

#### **Характеристики варьирующих объектов (5 час).**

Статистика как наука. Задачи использования статистики в экологии.

Выборочный метод.

Описательная статистика.

### **Тема 2. Законы распределения (5 час).**

Частота и вероятность.

Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины.

Функция распределения вероятностей случайной величины.

Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины.

Нормальное распределение.

### **Тема 3. Статистические гипотезы и их проверка (8 час).**

Статистическая гипотеза.

Общая схема проверки статистических гипотез.

Статистические критерии.

### **Тема 4. Элементы теории корреляции (9 час).**

Функциональная, статистическая и корреляционная зависимость.

Числовые характеристики системы двух случайных величин.

Линейная регрессия. Выборочные уравнения регрессии.

### **Тема 5. Дисперсионный анализ (9 час).**

Сравнение нескольких средних.

Однофакторный дисперсионный анализ.

Непараметрические методы анализа.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1. Пакеты для статистической обработки данных (8 час.)**

1. MS Excel.

2. Past.

3. R.

#### **Занятие 2. Одномерный анализ (8 час.)**

1. Группировка данных, описательные статистики, графическое представление данных.

2. Проверки статистических гипотез (гипотезы о законе распределения, выбраковка сомнительных значений, сравнение совокупностей, сравнение дисперсий).

3. Планирование объема совокупности.

#### **Занятие 3. Элементы теории корреляции (10 час.)**

1. Выборочный коэффициент корреляции.

2. . Непараметрические методы анализа.

3. Линейная регрессия. Выборочные уравнения регрессии.

#### **Занятие 4. Дисперсионный анализ однофакторного комплекса (10 час.)**

1. Параметрический дисперсионный анализ.
2. Апостериорные сравнения.
3. Непараметрические методы сравнения совокупностей..

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование и математические методы в экологии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
	Тема 1. Предмет и задачи математической статистики в экологии. Характеристики варьирующих объектов	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 1-6, 10-14
	Тема 2. Законы распределения	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 7-9, 15-18, 21

			математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования		
	Тема 3. Статистические гипотезы и их проверка	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 19-20, 22-30
	Тема 4. Элементы теории корреляции	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 34-37
	Тема 5. Дисперсионный анализ	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 31-33

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

#### **(электронные и печатные издания)**

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2010. – 429 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415843&theme=FEFU>
2. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 379 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730137&theme=FEFU>
3. Шилова З.В., Шилов О.И. Теория вероятностей и математическая статистика. — Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. — 158 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33863.html>

### **Дополнительная литература**

#### **(печатные и электронные издания)**

1. Лялин В.С., Зверева И.Г., Никифорова Н.Г. Статистика: теория и практика в Excel учебное пособие для вузов. – М.: Финансы и статистика ИНФРА-М, 2010. – 448 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:294755&theme=FEFU>
2. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. — Москва : Физматлит, 2006. — 816 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2205>.
3. Наследов А.Д. IBM SPSS 20 Statistics и AMOS : профессиональный статистический анализ данных. – С.-Пб.: Питер, 2013. – 416 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698490&theme=FEFU>
4. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях учебное пособие для вузов по географическим и экологическим специальностям. – М.: Академия, 2004. – 416 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395124&theme=FEFU>
5. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. - Тольятти: «Кассандра», 2013. - 314 с. Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A32/Starb.pdf>



6. Эверитт Б.С. Большой словарь по статистике. – М.: Проспект, 2012. - <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670860&theme=FEFU>
7. Borcard D., Gillet F., Legendre P. Numerical Ecology with R. – Springer Science+Business Media, LLC, 2011. – 306 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-7976-6>
8. Gentle J.E., Härdle W.K., Mori Y. (Eds.) Handbook of Computational Statistics. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. - 1192 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-21551-3>
9. Lawal B. Applied Statistical Methods in Agriculture, Health and Life Sciences. - Springer International Publishing, 2014. – 799 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-05555-8>
10. Stevens M.H. A Primer of Ecology with R. – Springer-Verlag New York, 2009. – 388 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-89882-7>
11. Zuur A., Ieno E.N., Meesters E. A Beginner's Guide to R. – Springer-Verlag New York, 2009. – 220 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-93837-0>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с. Доступно из: [http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/B1\\_menu12.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/B1_menu12.htm)
2. Розенберг Г.С., Гелашвили Д.Б. (ред.) Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений). Сборник научных трудов. Тольятти: СамНЦ РАН; Кассандра, 2008. - 274 с. Доступно из: [http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/0\\_v.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/0_v.htm)
3. Савельев А.А. и др. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R). Учебное пособие. – Казань:

Казанский университет, 2012. – 120 с. Доступно из: <http://gis-lab.info/docs/saveliev2012-geostat.pdf>

4. Четырбоцкий А.Н. Статистические методы для анализа геологических данных ([http://video.fegi.ru/index.php?option=com\\_hwdvideoshare&task=viewcategory&Itemid=3&cat\\_id=36](http://video.fegi.ru/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewcategory&Itemid=3&cat_id=36))

5. Электронный учебник StatSoft. (<http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>).

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

- *MS Excel*;
- *Past*;
- *Primer*;
- *R*;
- *Statistica*.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** **Описание последовательности действий обучающихся**

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПУД.

При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники;
- ответить на контрольные вопросы по теме;
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).
- при подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств (Вопросы к зачету)).

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления теоретических знаний. При подготовке к практическому занятию студентам необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы Практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является важной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на занятиях, к контрольным работам, зачету. Она включает проработку теоретического материала и освоение базовых алгоритмов применения полученных знаний, освоенных методов на практике. Конспекты литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Работу с литературой следует начинать с анализа РПУД, в которой перечислены основная и дополнительная литература, учебно-методические

издания необходимые для изучения дисциплины и работы на практических занятиях. Каждая тема из разделов тематического плана дисциплины и каждый вид занятий снабжен ссылками на источники, что значительно упрощает поиск необходимой информации.

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

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

Компьютерный класс имеющий не менее 10 ПК с предустановленным статистическим программным обеспечением, мультимедийный проектор, экран, доска.

## **VIII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	Весь семестр	Работа с литературой по дисциплине	36	Самоконтроль и самооценка студента
2	Четвертая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	9	Расчетно-графическая работа 1
3	Восьмая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	9	Расчетно-графическая работа 2
4	Двенадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	9	Расчетно-графическая работа 3

5	Шестнадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	9	Расчетно-графическая работа 4
---	---------------------	----------------------------------------------------------------------------------	---	-------------------------------

## 1. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ

Учащимся предлагается самостоятельно выполнить задания (первичные данные для заданий представлены в пункте 1.1. настоящей части РПУД). Итогом выполнения заданий является текстовый документ (в формате .doc), содержащий все необходимые для визуализации проведенного анализа материалы, а также интерпретацию полученных результатов. Текстовый документ с результатами выполнения самостоятельной работы необходимо выслать в течение недели со дня получения задания на корпоративный электронный адрес ведущего преподавателя.

### 1.1. Варианты данных для самостоятельной работы:

1. Концентрация нефтеуглеводородов (мг/л) в течение года в прибрежной полосе залива Отчаяния

0,474	0,348	0,305	0,293	0,077	0,1	0,023	0,011	0,106	0,003
0,329	0,338	0,215	0,301	0,129	0,109	0,017	0,012	0,116	0,004
0,279	0,165	0,236	0,325	0,081	0,017	0,004	0,008	0,011	0,004
0,187	0,215	0,131	0,106	0,131	0,052	0,024	0,029	0,068	0,005
0,382	0,283	0,221	0,193	0,074	0,109	0,013	0,007	0,102	0,003
0,243	0,114	0,259	0,165	0,179	0,025	0,006	0,008	0,005	0,004
0,143	0,112	0,262	0,117	0,167	0,048	0,009	0,017	0,018	0,009
0,191	0,066	0,187	0,362	0,075	0,024	0	0,01	0,004	0,002
1	0,249	0,22	0,297	0,078	0,034	0,015	0,008	0,039	0
0,249	1	0,174	0,129	0,036	0,209	0,029	0,013	0,23	0,004

2. Концентрация СПАВ (мкг/л) в поверхностном слое воды бухты Текстильной

0,474	0,329	0,279	0,187	0,382	0,243	0,143	0,191	1	0,249
0,348	0,338	0,165	0,215	0,283	0,114	0,112	0,066	0,249	1
0,305	0,215	0,236	0,131	0,221	0,259	0,262	0,187	0,22	0,174
0,293	0,301	0,325	0,106	0,193	0,165	0,117	0,362	0,297	0,129
0,077	0,129	0,081	0,131	0,074	0,179	0,167	0,075	0,078	0,036
0,1	0,109	0,017	0,052	0,109	0,025	0,048	0,024	0,034	0,209
0,023	0,017	0,004	0,024	0,013	0,006	0,009	0	0,015	0,029
0,011	0,012	0,008	0,029	0,007	0,008	0,017	0,01	0,008	0,013
0,106	0,116	0,011	0,068	0,102	0,005	0,018	0,004	0,039	0,23
0,003	0,004	0,004	0,005	0,003	0,004	0,009	0,002	0	0,004

3. Численность (экз.) Алкона циррозного на 100 различных деревьях:

61	77	66	64	52	80	53	57	59	54
63	79	68	66	54	82	56	59	61	57

65	81	71	68	57	85	58	61	63	59
67	82	73	70	59	87	61	63	65	61
68	84	75	72	61	88	63	65	67	63
70	85	76	73	63	90	65	66	69	65
71	86	78	75	6	91	67	68	70	67
73	88	80	77	66	92	68	69	72	69
74	89	81	79	68	93	70	71	73	71
76	90	82	80	69	94	71	73	75	72

4. На территории прилегающей к Усть-Варганскому химическому комбинату на протяжении 4 лет оценивали количество особей в помёте обыкновенной ночницы (на 1 км<sup>2</sup> в 3-х повторах, с 10 по 25 мая каждого года). Известно, что с января 1986 по август 1990 годов завод находился на реконструкции. С сентября 1990 по октябрь 1992 завод работал на 50% от запланированной мощности. С ноября 1992 завод вышел на 100% мощность.

Количество особей в помёте	1990			1992			1994		
	частота			частота			частота		
2	4	3	4	5	5	7	6	5	5
3	6	5	7	8	9	8	7	8	9
4	8	8	8	8	10	9	11	12	11
5	17	16	19	17	20	22	20	20	21
6	28	26	28	28	25	26	24	24	26
7	19	18	20	17	14	16	11	11	11
8	9	9	10	9	7	8	5	5	6
9	7	7	6	3	5	4	3	3	2
10	2	2	4	1	5	5	3	3	3

5. На 3-х различных участках определяли количество дождевых червей на 20 см<sup>2</sup> в течение года (осень, зима, лето, весна) в верхних 20 см грунта.

	1			2			3		
Осень	15	20	27	20	40	39	54	12	55
Зима	20	33	21	31	14	42	44	31	38
Весна	51	16	24	41	20	34	50	23	25
лето	34	40	37	56	29	27	42	30	19

## 1.2. Критерии оценки самостоятельной работы (расчетно-графическая работа)

10,0-8,0 баллов – Получены верные ответы, расчеты и графики выполнены корректно, работа демонстрирует глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение методами, концептуально-понятийным аппаратом, научным языком, терминологией и практическими навыками их использования. Знание основной

литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

7,9-6,0 - баллов - Получены верные ответы, расчеты и графики выполнены корректно, работа демонстрирует знание узловых методик, проблем программы и основного содержания курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом корректное, но не всегда точное выполнение работы и аргументированное изложение ответа.

5,9-3,0 - баллов - Расчеты и графики выполнены в целом корректно, выполненная работа демонстрирует фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

3,0-0,0 баллов - Расчеты и графики содержат значительные ошибки, выполненная работа демонстрирует незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

## **VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
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	Знает	базовые методы математической обработки экологической информации
	Умеет	применять математические методы для обработки и анализа экологической информации
	Владеет	практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологической информации

природопользованию		
ПК-2 владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Знает	математические методы необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования
	Умеет	применять математические методы для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования
	Владеет	практическими навыками использования математических методов для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
	Тема 1. Предмет и задачи математической статистики в экологии. Характеристики варьирующих объектов	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 1-6, 10-14
	Тема 2. Законы распределения	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 7-9, 15-18, 21



			данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования		
	Тема 3. Статистические гипотезы и их проверка	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 19-20, 22-30
	Тема 4. Элементы теории корреляции	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 34-37
	Тема 5. Дисперсионный анализ	ОПК-1, ПК-2	Знает базовые методы математической обработки, необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Умеет применять математические методы для обработки и анализа экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования Владеет практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	Собеседование (УО-1), расчетно-графическая работа (ПР-12)	Зачет, вопросы 31-33

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Методика преподавания химии в школе»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p>ОПК-1 владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию</p>	Знает	<p>базовые методы математической обработки экологической информации</p>	<p>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</p>	<p>Знание базовых методов математической обработки экологической информации</p>
	Умеет	<p>применять математические методы для обработки и анализа экологической информации</p>	<p>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</p>	<p>Умение применять математические методы для обработки и анализа экологической информации</p>
	Владеет	<p>практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологической информации</p>	<p>владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения</p>	<p>Владение практическими навыками использования базовых методов математической обработки экологической информации</p>

			математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию	
ПК-2 владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Знает	математические методы необходимые для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	владение методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации	Знание математических методов необходимых для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования
	Умеет	применять математические методы для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	владение методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации	Умение применять математические методы для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования
	Владеет	практическими навыками использования математических методов для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования	владение методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации	Владение практическими навыками использования математических методов для анализа и синтеза экологических данных, корректного изложения информации в области экологии и природопользования

## Методические рекомендации процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

**1. Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Математические методы в экологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Математические методы в экологии» проводится в форме контрольных мероприятий (расчетно-графические работы, собеседования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний (собеседования, расчетно-графические работы);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (собеседования, расчетно-графические работы);
- результаты самостоятельной работы (собеседования, расчетно-графические работы).

## **1.1. Критерии оценивания для разных оценочных средств**

### **1.1.1. Устный ответ**

10,0-8,0 баллов - если ответ показывает прочные знания основных вопросов, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; допускается одна - две неточности в ответе.

7,9-6,0 - баллов - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании основных вопросов, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа.

Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

5,9-4,0 баллов - ответ, обнаруживающий слабое знание вопросов, отличающийся неглубоким раскрытием темы; удовлетворительное знание основных вопросов теории, слабо сформированные навыками анализа явлений, процессов; удовлетворительная аргументированность ответов, слабое владение монологической речью. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; удовлетворительное знание современной проблематики изучаемой области.

3,9-0,0 баллов - ответ, обнаруживающий незнание основных вопросов, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности.

### **1.1.2. Расчетно-графическая работа**

10,0-8,0 баллов – Получены верные ответы, расчеты и графики выполнены корректно, работа демонстрирует глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение методами, концептуально-понятийным аппаратом, научным языком, терминологией и практическими навыками их использования. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

7,9-6,0 - баллов - Получены верные ответы, расчеты и графики выполнены корректно, работа демонстрирует знание узловых методик, проблем программы и основного содержания курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом корректное, но не всегда точное выполнение работы и аргументированное изложение ответа.

5,9-3,0 - баллов - Расчеты и графики выполнены в целом корректно, выполненная работа демонстрирует фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

3,0-0,0 баллов - Расчеты и графики содержат значительные ошибки, выполненная работа демонстрирует незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

## **1.2. КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **1.2.1. Вопросы для собеседования**

по дисциплине **Математические методы в экологии**

#### **Тема 1. Предмет и задачи математической статистики в экологии.**

##### **Характеристики варьирующих объектов**

1. Нужна ли математика экологам?
2. В чем причина варьирования значений экологических данных?
3. Все ли экологические данные одинаково информативны?
4. Важно ли знать величину варьирования переменной?

#### **Тема 2. Законы распределения**

1. Что такое случай, случайный и закономерный?
2. Природные процессы и явления случайны, хаотичны или детерминированы?
3. Можно ли предсказывать/прогнозировать события в «случайном» мире?
4. Что такое норма/нормальность?

#### **Тема 3. Статистическая гипотезы и их проверка**

1. Что такое «статистическая гипотеза»?
2. Какие параметрические критерии проверки гипотез Вы знаете, каковы их плюсы и минусы?
3. Какие непараметрические критерии проверки гипотез Вы знаете,

каковы их плюсы и минусы?

#### **Тема 4. Элементы теории корреляции**

1. Что такое корреляция?
2. Опишите алгоритм расчета коэффициента корреляции Пирсона.
3. Опишите алгоритм расчёта коэффициентов уравнения линейной регрессии.

#### **Тема 5. Дисперсионный анализ**

1. Каковы задачи дисперсионного анализа?
2. Опишите алгоритм расчетов дисперсионного анализа однофакторного комплекса.
3. Что такое апостериорные сравнения?

### **1.2.2. Комплект заданий для выполнения расчетно-графических работ**

#### **1.2.2.1. Методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ**

После вступительного слова преподавателя направленного на объяснение цели, задач конкретной контрольной работы и разъяснения общего алгоритма действий, учащимся предлагается самостоятельно выполнить задания (первичные данные для заданий представлены в пункте 1.2.2.2. настоящей части РПУД). Итогом выполнения заданий является текстовый документ (в формате .doc), содержащий все необходимые для визуализации проведенного анализа материалы, а также интерпретацию полученных результатов.

#### **Расчетно-графическая работа №1**

Задание. Построить ранжированный вариационный ряд, разбить совокупность на классы, построить интервальный ряд. Построить гистограмму, полигона, куммуляту, огиву. Вычислить среднее арифметическое, моду, медиану, квантили, размах варьирования, дисперсию, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации.

#### **Расчетно-графическая работа №2**

Задание. Вычислить коэффициенты асимметрии и эксцесса, их ошибки репрезентативности, оценить достоверность отличия от 0. Проверить гипотезу о нормальности распределения с помощью критерия согласия Пирсона.

### Расчетно-графическая работа №3

Задание. Вычислить доверительный интервал для среднего арифметического, проверить данные на возможность выбраковки «выскакивающих значений». С использованием критериев Стьюдента и Манна-Уитни сравнить 2 независимые совокупности. Используя критерии Фишера, Бартлета и Левена проверить гипотезу об однородности и равенстве дисперсий.

### Расчетно-графическая работа №4

Задание. Провести корреляционный анализ массива данных, с использованием как параметрических, так и непараметрических показателей. Оценить параметры линейного уравнения регрессии.

### Расчетно-графическая работа №5

Задание. Провести дисперсионный анализ однофакторного комплекса. Используя апостериорные критерии сравнить совокупности. Провести ANOVA Краскела-Уоллиса.

#### 1.2.2.2. Варианты данных для расчетно-графических работ

1. Концентрация ионов аммония (мкг/л) в заливе Чистый на различных станциях:

0,58	1,13	1,78	1,9	0,95	0,65	1,29	2,93	0,73	3
0,06	2,83	1,28	1,1	1,25	1,31	0,91	0,74	0,75	1,8
1,73	0,96	0,23	0,8	1,37	0	1,04	0,77	0,75	0,24
0,82	2,41	0,98	1,31	0,71	0,77	1	0,74	0,87	2,3
2,15	3,27	0,54	1,6	0,89	0,6	1,22	0,49	1,11	3
1,72	1,46	0,5	0,77	0,71	0,71	1	0	0,89	2,4
0,87	3,25	1,41	0,83	1,19	0,95	2,17	0,33	1,17	2,3
1,97	3,22	0,43	1,31	1,01	1,31	2,28	0,53	2	2,8
1,7	1,98	0,37	0,65	2,38	0,8	0,13	0,56	1,9	0,8
3,67	1,67	0,7	1,01	2,56	0,74	0,37	0,56	3	3

2. Биомасса (г/м<sup>2</sup>) Стурка симпатного на 100 контрольных площадках:

0,16	3,66	12,3	7,44	2,21	0,5	0,94	0,52	0,06	0,33
0,05	10	0,44	6,5	1	0,66	0,13	0,18	0,12	0,03
1,7	5	3,89	5,2	0,15	0,03	0,03	0,18	0,15	0,09
0,4	11,5	5,5	5,57	0	0,16	0,13	0,27	0,09	0,18
5,83	12,7	1,91	5,6	0,44	0	0	0,09	0,12	0,42
7,23	3,53	0,38	5,32	0,56	0,03	0,01	0,03	0,18	0,39
0,25	14,3	0,63	3,97	4	0	0,03	0,24	0,24	0,49



4,67	13,7	0,13	2,25	0,97	0,25	12,3	0	0,09	0,21
9,9	4,25	0,59	0,43	5,63	0	0,12	0	0,12	0,24
0	14,2	0,53	0,34	1,34	0,34	0,21	0,03	0,24	0,06

3. Проективное покрытие (%) Зыпкаря желтистого на 100 контрольных площадках:

29,24	29,2	41,7	8	92	11	24,9	26	11,7	7,3
38,01	32,2	5,12	26	10	2,9	18,3	15	37	39
20,47	32,2	30	8,8	57	8	0	0	43,9	2,2
70,18	2,92	16,1	8,8	35	37	8,04	26	12	0
8,77	5,85	0	23	24	5,9	10,2	0	2,92	7,3
8,77	2,92	77	2,2	25	31	23,4	12	0	0
2,92	14,6	8,04	8,8	11	13	0	5,9	5,85	20
35,09	143	16,1	52	0	0	4,39	0	17,5	4,4
8,77	40,9	49	0	18	25	2,92	0	0	61
5,84	20,5	16,1	0	0	34	20,5	67	38	0

4. В морской воде прибрежной полосы Большого моря на 7 станциях в 3-х повторах определялись концентрации кислорода и растворённого органического вещества ( мг/л). Станции располагались перпендикулярно берегу, через каждые 50 метров, станция 7 - ближайшая к берегу.

Станция	Кислород			РОВ		
	1	6,08	5,99	5,98	13,23	12,09
2	5,98	5,98	6,00	13,8	13,20	11,20
3	6,01	5,97	5,97	14,02	14,7	14,21
4	5,96	5,98	5,99	14,01	14,8	14,84
5	5,94	5,96	5,98	15,5	14,9	14,65
6	5,96	5,95	5,93	15,06	14,92	15,08
7	5,92	5,94	5,94	15,06	15,01	16,01

**2. Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Моделирование и математические методы в экологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В качестве промежуточной аттестации по дисциплине предусмотрен зачет в устной форме собеседования.

### 2.1. Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

#### “Моделирование и математические методы в экологии”

Баллы (рейтинговой)	Оценка	Требования к сформированным компетенциям
---------------------	--------	------------------------------------------

оценки)	зачета	
60-100	Зачтено	выставляется студенту, если он усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
0-59	Не зачтено	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

## 2.2. Вопросы к зачету

1. Переменные и их классификация.
2. Основы комбинаторики.
3. Случайные события и величины.
4. Группировка данных.
5. Графическое представление распределений.
6. Генеральная совокупность и выборка.
7. Частота и вероятность. Определение понятия “вероятность”.
8. Функция распределения и плотность вероятности непрерывной случайной величины.
9. Вероятность попадания значения случайной величины в заданный интервал.
10. Среднее арифметическое и его свойства.
11. Мода и медиана.
12. Квантили.
13. Размах варьирования, средняя абсолютная и средняя относительная точность измерения, коэффициент вариации
14. Дисперсия и среднеквадратическое отклонение. Понятие о числе степеней свободы.
15. Ошибка репрезентативности среднего арифметического.
16. Нормальное распределение и его функция плотности вероятности.
17. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
18. Вычисление выравнивающих частот для аппроксимации эмпирического распределения нормальным.
19. Статистические гипотезы.
20. Критерий согласия Пирсона.
21. Асимметрия и эксцесс.
22. Статистические критерии выбраковки данных.
23. Доверительные границы для среднего арифметического.
24. Сравнение выборочного среднего арифметического с теоретически предполагаемым средним.
25. Сравнение средних арифметических двух независимых совокупностей, имеющих разные дисперсии.

26. Сравнение средних арифметических двух независимых совокупностей, имеющих одинаковые дисперсии.
27. Непараметрические критерии Манна-Уитни, знаков, Ван-дер-Вардена, Уилкоксона.
28. Сравнение выборочных дисперсий с помощью критерия Фишера.
29. Оценка однородности ряда дисперсий с помощью критерия Бартлета.
30. Определение объема совокупности, обеспечивающего получение средней арифметической с заданной погрешностью.
31. Общее представление о задачах и принципах дисперсионного анализа. Условия применения дисперсионного анализа.
32. Техника вычислений и интерпретация результатов при дисперсионном анализе однофакторного комплекса.
33. Непараметрические аналоги дисперсионного анализа.
34. Коэффициент корреляции, его вычисление, оценка значимости и интерпретация.
35. Непараметрические коэффициенты корреляции.
36. Способы нахождения параметров прямолинейной регрессии.
37. Оценка значимости параметров уравнения прямолинейной регрессии. Доверительная зона прямолинейной регрессии.