

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ЛИН СО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор

*А.П. Федотов*  
**А.П. Федотов**

«28»

2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ОД.3**

Наименование дисциплины (модуля): **«Методы статистической обработки данных»**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**05.06.01 Науки о Земле**

Научная специальность: **25.00.09 Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых**

Форма обучения: **очная**

Иркутск, 2020

### **1 Цели и задачи дисциплины (модуля):**

Целью курса является ознакомление с современными направлениями исследований в различных областях науки, использующими методы теории вероятностей, математической статистики и математического моделирования, изучение методов систематизации, классификации и извлечения информации из больших объемов первичных экспериментальных данных, обзор примеров анализа данных, полученных в ходе комплексных изучений различных водоемов.

Задачи дисциплины:

- Изучение теоретических основ методов, используемых в математической статистике и математическом моделировании.
- Знакомство с методами описательной статистики, методами оценки параметров распределения и тестирования статистических гипотез, методами многомерной статистики.
- Изучения методов математического моделирования и теории динамических систем;

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:**

Программа дисциплины (модуля) «Методы статистической обработки данных» является обязательной для вариативной части программы подготовки аспирантов по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле, научной специальности 25.00.09 Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Курс предполагает наличие базовых знаний, полученных по основным программам вуза, по высшей математике.

### **3 Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины «Методы статистической обработки данных» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ОПК-1, способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ПК-1, способность выполнять отдельные задания по проведению научных исследований водных объектов суши и происходящих в них процессов, обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в различных областях исследований специальности Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых;

ПК-3, способностью формулировать проблему научного исследования в соответствии с современными достижениями в различных областях исследований специальности Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых; обобщать и продвигать полученные результаты собственной интеллектуальной деятельности в виде научных публикаций и выступлений на национальных и международных конференциях.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- основные логические методы и приемы научного исследования, методологические теории и принципы современной науки;
- принципы организации научных исследований с применением методов математического моделирования и математической статистики;
- теоретические основы описательной математической статистики;

- принципы оценки параметров распределений с использованием бутстреп метода. метода максимального правдоподобия и байесовского оценивания;
- теоретические основы методов тестирования статических гипотез;
- теоретические основы корреляционного и регрессионного анализа;
- основы методов многомерной статистики;
- основы методов математического и компьютерного моделирования различных биологических процессов;

**Уметь:**

- планировать экспериментальные и полевые работы с учетом прогнозов размеров выборок оцениваемых данных;
- оценивать параметры распределений в выборках статистических величин;
- проводить тестирование статических гипотез, параметрическими и непараметрическими методами;
- проводить графическую визуализацию результатов статического анализа;
- Интерпретировать различные варианты представления результатов статистического анализа.

**Владеть:**

- теоретическими основами математической статистики и математического моделирования;
- современными программными средствами для статических расчетов и математического моделирования применяемых в биологических исследованиях;
- Методами визуализации векторной научной графики;

**4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

| Вид учебной работы  |                  | Всего часов<br>/ зачетных единиц | Курс    |
|---|------------------|----------------------------------|---------|
|   |                  |                                  | 2       |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                         |                  | 96/2,66                          | 76/2,66 |
| В том числе:  |                  |                                  |         |
| Лекции  |                  | 42/1,16                          | 32/1,16 |
| Практические и лабораторные занятия                       |                  | 54/1,5                           | 44/1,5  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                     |                  | 8/0,22                           | 28/0,22 |
| Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации |                  | 8/0,22                           | 8/0,22  |
| <b>Вид промежуточной аттестации (зачет)</b>               |                  | 4/0,1                            | 4/0,1   |
| Общая трудоемкость  | часы             | 108                              | 108     |
|   | зачетные единицы | 3                                | 3       |

**5. Содержание дисциплины (модуля)**

**5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля):**

**Тема 1 Численные методы математики.** Понятие функция, численные методы исследования поведения функций. Линейные и не линейные уравнение и их системы. Численное решение систем линейных и не линейных уравнений. Дифференциальные уравнения и их системы. Численное интегрирование дифференциальных уравнений.

**Тема 2 Основы теории динамических систем и математического моделирования.** Понятие динамическая система. Описание динамических систем с

помощью дифференциальных уравнений. Понятие стационарных состояний в динамических системах. Методы исследования поведения сложных динамических систем.

**Тема 3 Основы теории вероятностей.** Понятие вероятности. Случайные величины. Понятие о законе распределения случайных величин, функции распределения и функции плотности вероятности. Параметры распределений и моменты распределений. Основные законы распределений случайных величин.

**Тема 4 Методы оценки параметров распределений статических величин.** Понятие выборочной совокупности и генеральной совокупности. Оцениваемое значение случайной величины, абсолютные и относительные ошибки оценивания. Оценка параметров для некоторых распространенных видов распределений. Бутстреп метод для оценки параметров распределений.

**Тема 5 Проверка статистических гипотез.** Понятие статическая гипотеза. Нулевые и альтернативные статистические гипотезы. Методы проверки и тестирования законов распределения. Методы тестирования гипотез при сопоставлении параметров распределений непрерывных величин. Методы тестирования гипотез при сопоставлении параметров распределений дискретных величин и распределений качественных признаков. Бутстреп как метод тестирования статистических гипотез.

**Тема 6 Дисперсионный и корреляционный анализ.** Понятие дисперсионного анализа. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Параметрические и не параметрические методы дисперсионного анализа. Перестановочный (бутстреп метод) тест в дисперсионном анализе. Дисперсионный анализ для выборок качественных признаков. Понятие корреляционного анализа. Линейный корреляционный анализ. Различные способы расчета коэффициентов линейной корреляции. Тестирование достоверности коэффициентов линейной корреляции.

**Тема 7 Регрессионный анализ.** Понятие регрессионного анализа. Различение виды регрессионных функция (регрессионных моделей). Регрессионный анализ методом наименьших квадратов. Тестирование достоверностей результатов регрессионного анализа. Доверительные интервалы для оцененных параметров регрессионных моделей.

**Тема 8 Методы многомерной статистики.** Многомерные статистические данные. Манипуляция многомерными данными. Различные способы нормировки исследуемых величин. Способы расчета дистанций, различные метрики дистанций, выбор способа расчета дистанций. Кластерный анализ, способы кластеризации. Алгоритмы выбора количества классов. Метод многомерного шкалирования. Анализ методом главных компонент.

**Тема 9 Метод максимального правдоподобия и Байесовский статистический анализ.** Введение в метод максимального правдоподобия. Оценка параметров распределений методом максимального правдоподобия. Тест отношения показателей правдоподобия. Показатель правдоподобия и информационные критерии при тестировании статистических гипотез. Введение в Байесовское статистическое оценивание. Оценка параметров распределений Байесовским статистическим методом. Тестирование статистических гипотез байесовским статистическим методом.

**Тема 10 Применение математических методов в биологических исследованиях.** Математические модели динамики популяций. Вычислительная экология. Методы многомерной статистики в экологических исследованиях. Анализ взаимосвязи параметров среды с видовым разнообразием. Математическая генетика.

## 5.2 Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий

| №            | Темы, разделы   | Всего часов | Виды занятий в часах |                      |                        |
|--------------|---|-------------|----------------------|----------------------|------------------------|
|              |   |             | Лекции (зачет)       | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| 1.           | Основы математического моделирования, численные методы математики.    | 12          | 4                    | 8                    | -                      |
| 2            | Основы теории динамических систем                                     | 4           | 2                    | 2                    | -                      |
| 3.           | Основы теории вероятностей.   | 2           | 2                    | -                    | -                      |
| 4.           | Методы оценки параметров распределений статических величин            | 4           | 2                    | 2                    | -                      |
| 5.           | Проверка статистических гипотез.                                      | 6           | 2                    | 4                    | -                      |
| 6.           | Дисперсионный и корреляционный анализ.                                | 6           | 4                    | 2                    | -                      |
| 7.           | Регрессионный анализ.   | 12          | 4                    | 8                    | -                      |
| 8.           | Методы многомерной Статистики.  | 24          | 10                   | 10                   | 4                      |
| 9.           | Метод максимального правдоподобия и Баесовский статистический анализ. | 10          | 4                    | 6                    | -                      |
| 10           | Применение математических методов в биологических исследованиях.      | 24          | 8                    | 12                   | 4                      |
|              | Промежуточная аттестация (зачет)                                      | 4           | 4                    | -                    | -                      |
| ВСЕГО (часы) |   | 108         | 46                   | 54                   | 8                      |

## 6. Темы практических занятий

| № п/п | № раздела и темы дисциплины | Наименование практических работ                   | Трудоемкость (часы) | Оценочные средства            | Формируемые компетенции   |
|-------|-----------------------------|---|---------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1     | 1                           | Численные методы математического анализа          | 4                   | Контрольные вопросы и задания | УК-1;<br>ОПК-1;<br>ПК-1,3 |
| 2     | 1                           | Численное решение линейных и нелинейных уравнений | 4                   | Контрольные вопросы и задания | УК-1;<br>ОПК-1;<br>ПК-1,3 |
| 3     | 2                           | Численное решение дифференциальных уравнений      | 2                   | Контрольные вопросы и задания | УК-1;<br>ОПК-1;<br>ПК-1,3 |
| 4     | 4                           | Параметрические и непараметрические               | 2                   | Контрольные вопросы и         | УК-1;<br>ОПК-1;           |

|    |    |  |   |                               |                     |
|----|----|--|---|-------------------------------|---------------------|
|    |    | методы оценки параметров распределений                                       |   | задания                       | ПК-1,3              |
| 5  | 5  | Проверка статистических гипотез с помощью стандартных статистических методов | 2 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 6  | 5  | Проверка статистических гипотез с помощью бутстреп метода                    | 2 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 7  | 6  | Дисперсионный анализ на с использованием различных методов                   | 1 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 8  | 6  | Корреляционный анализ с использованием различных методов                     | 1 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 9  | 7  | Регрессионный анализ с помощью метода наименьших квадратов                   | 8 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 10 | 8  | Кластерный анализ  | 4 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 11 | 8  | Многомерное шкалирование   | 4 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 12 | 8  | Анализ методом главных компонент   | 2 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
|    | 9  | Анализ с использованием метода максимального правдоподобия                   | 2 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 13 | 9  | Байесовский анализ с элементами Монте-Карло моделирования                    | 6 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 14 | 10 | Математические модели динамики популяций                                     | 4 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 15 | 10 | Вычислительная экология  | 4 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |
| 16 | 10 | Математическая генетика  | 4 | Контрольные вопросы и задания | УК-1; ОПК-1; ПК-1,3 |

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

### 7.1 Литература

#### Основная:

1 **Балдин, К.В.** Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Дашков и К, 2016. — 472 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62453.html>

2 **Губарь, Ю.В.** Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Губарь. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 178 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73662.html>

3 **Гурьянова, И.Э.** Теория вероятностей и математическая статистика. Теория вероятностей. Краткий курс с примерами [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Э. Гурьянова, Е.В. Левашкина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2016. — 106 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64202.html>

4 **Климов, Г.П.** Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебник / Г.П. Климов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13115.html>

5 **Кобзарь, А.И.** Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Текст]: учеб. пособие / А.И. Кобзарь. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2012. — 816 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

#### Дополнительная:

##### а) Книжные издания:

6 **Васильев, А.Н.** Python на примерах [Электронный ресурс]: практический курс по программированию / А.Н. Васильев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Наука и Техника, 2017. — 432 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73043.html>

7 **Зиновьева, Е.А.** Компьютерный дизайн. Векторная графика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Е.А. Зиновьева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 116 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68251.html>

8 **Карасев, В.А.** Теория вероятностей и математическая статистика. Математическая статистика [Электронный ресурс]: практикум / В.А. Карасев, Г.Д. Лёвшина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2016. — 120 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64203.html>

9 **Кауфман, В.Ш.** Языки программирования. Концепции и принципы [Электронный ресурс]: / В.Ш. Кауфман. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 464 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64055.html>

10 **Куренков, А.М.** Статистика [Электронный ресурс]: учебник / А.М. Куренков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Перспектива, 2012. — 770 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12751.html>

11 **Лагутин, М.Б.** Наглядная и математическая статистика [Текст]: учеб. пособие / М.Б. Лагутин — 2-е изд., испр. — Москва: Издательство БИНОМ. "Лаборатория знаний", 2009. — 472 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

12 **Леск, А. М.** Введение в биоинформатику = introductiontobioinformatics [Текст]: учебное пособие / А. М. Леск; пер. с англ. под ред. А. А. Миронов и В. К. Швядас. - М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. - 318 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

13 **Лисицин, Д.В.** Методы построения регрессионных моделей [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.В. Лисицин. — Электрон. текстовые данные. —

Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 77 с.  
— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45390.html>

14 **Матальцкий, М.А.** Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.А. Матальцкий, Г.А. Хацкевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Высшая школа, 2012. — 720 с.  
— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20289.html>

15 **Сетубал, Ж.** Введение в вычислительную молекулярную биологию [Текст]: пер. с англ. / Ж. Сетубал, Ж. Мейданис. - М.; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед.: Dynamics, 2007. - 420 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИИ СО РАН.

16 Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход [Электронный ресурс]: монография / Б.Ю. Лемешко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 888 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47719.html>

17 **Степанова, С.М.** Статистика [Электронный ресурс]: учебник / С.М. Степанова, Н.А. Рухманова, Т.Ю. Сорокина. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Интермедия, 2017. — 391 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66800.html>

18 **Улитина, Е.В.** Статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Улитина, О.В. Леднева, О.Л. Жирнова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. — 320 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17045.html>

19 **Уэс, М.** Python и анализ данных [Электронный ресурс] / М. Уэс. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 482 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64058.html>

*б) Периодические издания:*

1. Математическое моделирование
2. Теория вероятностей и ее применения
3. Сибирский журнал вычислительной математики
4. Сибирский журнал индустриальной математики
5. Генетика
6. Сибирский экологический журнал
7. Экология
8. Журнал общей биологии
9. Biometrics
10. R Journal
11. Bioinformatics
12. BMC Bioinformatics
13. Biometrika
14. Journal of Applied Statistics
15. Statistical Modelling
16. Ecological Modelling

## **7.2 Программное обеспечение**

1. Microsoft Office
2. OpenOffice
3. Microsoft Windows
4. Adobe Acrobat Pro
5. Dr. Web Corporate Anti-Virus
6. Kaspersky Anti-Virus
7. Corel Draw
8. GIMP



9. MrBayes
10. BEAST
11. BLAST
12. CLUSTAL
13. Программная среда R
14. Программная среда Python
15. Программная среда Java
16. Программная среда Perl
17. Inkscape
18. Gnuplot

### 7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.biometrika.tomsk.ru/> - форум, обсуждающий различные вопросы применения статистических методов в научных исследованиях.

<https://cran.r-project.org/> - хранилище пакетов для статического анализа с помощью языка программирования R

<http://www.talkstats.com/> - международный форум по различным вопросам математической статистики

<https://www.freemathhelp.com/forum/> - международный форум по различным вопросам математики и математического моделирования

<http://www.bookre.org> – электронная библиотека рунета, поиск журналов и книг.

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> – научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Материально-техническое обеспечение института, необходимое для реализации программы включает в себя:

- Конференц-залы, помещение № 329;
- Мультимедийные установки, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет".

### 9. Образовательные технологии:

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются следующие формы проведения занятий.

*Стандартные методы обучения:*

- Лекция;
- Видео-лекция;
- Дискуссия, круглый стол;
- Практические занятия;
- Самостоятельная работа;
- Консультации специалистов.

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- информационно-коммуникационные образовательные технологии - лекция-визуализация, представление научно-исследовательских работ с использованием специализированных программных сред;
- выполнение вычислений с использованием прикладных программ.

#### **10 Кадровое обеспечение дисциплины (модуля)**

Реализацию образовательного процесса по программе дисциплины обеспечивает старший научный сотрудник лаборатории геносистематики, кандидат биологических наук Букин Юрий Сергеевич.

Разработчик программы: к.б.н. Ю. С. Букин

#### **11 Оценочные средства**

Оценочные средства представлены в Приложении к рабочей программе дисциплины в виде фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по освоению дисциплины.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине (модулю) «Методы статистической обработки данных»

#### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины.

Процесс изучения по дисциплине «Методы статистической обработки данных» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 05.06.01 Науки о Земле научной специальности 25.00.09 Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

#### 1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Индекс | Формулировка компетенции   |
|--------|--|
| УК-1   | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях  |
| ОПК-1  | способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий   |
| ПК-1   | способность выполнять отдельные задания по проведению научных исследований водных объектов суши и происходящих в них процессов, обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в различных областях исследований специальности Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых   |
| ПК-3   | способность формулировать проблему научного исследования в соответствии с современными достижениями в различных областях исследований специальности Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых; обобщать и продвигать полученные результаты собственной интеллектуальной деятельности в виде научных публикаций и выступлений на национальных и международных конференциях |

#### 2 Программа оценивания контролируемой компетенции

| № п/п | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины                   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1     | Основы математического моделирования, численные методы математики. | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 2     | Основы теории динамических систем                                  | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 3     | Основы теории вероятностей.  | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 4     | Методы оценки параметров распределений статических величин         | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 5     | Проверка статистических гипотез.                                   | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3                       | Контрольные вопросы, зачет       |

|    |  |                         |                            |
|----|--|-------------------------|----------------------------|
| 6  | Дисперсионный и корреляционный анализ.                                 | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3 | Контрольные вопросы, зачет |
| 7  | Регрессионный анализ.  | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3 | Контрольные вопросы, зачет |
| 8  | Методы многомерной Статистики.   | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3 | Контрольные вопросы, зачет |
| 9  | Метод максимального правдоподобия и Байесовский статистический анализ. | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3 | Контрольные вопросы, зачет |
| 10 | Применение математических методов в биологических исследованиях.       | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3 | Контрольные вопросы, зачет |

### 3 Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль проводится для оценки степени усвоения аспирантами учебных материалов, обозначенных в рабочей программе, и контроля СРС. Назначение оценочных средств текущего контроля – выявить сформированность компетенций (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3). Текущий контроль осуществляется в виде систематической проверки знаний и навыков аспирантов. Для этого используется устный опрос.

#### Текущая аттестация проходит в виде устного опроса.

Контрольные вопросы для текущей аттестации:

Раскрыть следующие темы:

1. Численные методы математического анализа.
2. Численное решение линейных и нелинейных уравнений.
3. Численное решение дифференциальных уравнений.
4. Параметрические методы оценки параметров распределений.
5. Непараметрические методы оценки параметров распределений.
6. Параметрические методы оценки параметров распределений.
7. Проверка статистических гипотез с помощью стандартных статистических методов.
8. Методы дисперсионного анализа.
9. Методы корреляционного анализа.
10. Регрессионный анализ с помощью метода наименьших квадратов
11. Кластерный анализ
12. Многомерное шкалирование.
13. Анализ методом главных компонент.
14. Байесовское оценивание параметров распределений.
15. Байесовское тестирование статистических гипотез.

#### Критерии оценивания:

При оценке ответа учитывается:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на «*отлично*», если аспирант: полно излагает изученный материал, дает правильное определенное понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые

примеры не только из литературы, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на *«хорошо»*, если аспирант даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки *«отлично»*, но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

*«Удовлетворительно»* ставится, если аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или аспирант отказывается отвечать на контрольные вопросы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

Контрольные вопросы для зачета:

1. Численное решение систем линейных уравнений.
2. Численное решение систем не линейных линейных уравнений.
3. Численные методы исследования функций.
4. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений.
5. Стационарные решения для дифференциальных уравнений первого порядка.
6. Стационарные решения для систем дифференциальных уравнений первого порядка.
7. Понятие вероятности и случайной величины.
8. Законы распределения случайных величин.
9. Генеральная совокупность и выборочные совокупности.
10. Оценка параметров распределений случайных величин.
11. Бутстреп методы для оценки параметров распределений.
12. Использование критерия Стьюдента для сравнения средних значений выборок.
13. Использование U-критерия Уилкоксона-Манна-Уитни для сравнения средних значений выборок.
14. Использование критерия Колмогорова-Смирнова для сравнения функций распределения
15. Критерий хи квадрат и сравнения распределений качественных признаков
16. Бутстреп метод для тестирования статистических гипотез
17. Дисперсионный анализ
18. Корреляционный анализ
19. Регрессионный анализ методом наименьших квадратов
20. Систематизация многомерных статистических данных
21. Кластерный анализ.
22. Многомерное шкалирование.
23. Анализ методом главных компонент.
24. Метод максимального правдоподобия для оценки параметров распределений.
25. Метод максимального правдоподобия для тестирования статистических гипотез.
26. Байесовский статистический анализ для оценки параметров распределений.
27. Теория планирования экспериментов и статистический анализ
28. Математические методы при исследовании динамики популяций
29. Вычислительная экология
30. Методы многомерной статистики в вычислительной экологии.

31. Тестирование статистических гипотез в генетических исследованиях.
32. Методы теории случайных процессов в генетике и эволюции.

**Критерии оценки:**

**Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета**

| <b>Оценка зачета</b> | <b>Требования к знаниям и критерии выставления оценок</b>   |
|----------------------|---|
| <i>Зачтено</i>       | Аспирант при ответе демонстрирует большую часть содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями. |
| <i>Не зачтено</i>    | Аспирант при ответе демонстрирует знание меньшей части содержания тем учебной дисциплины                        |

**ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ**

| <b>Дата</b>   | <b>Внесенные обновления</b>  | <b>Подпись</b> |
|---------------|--|----------------|
| 31.08.2020 г. | Внесены изменения в список литературы. Добавлены источники из ЭБС Ай-Пи-Эр-Медиа (Договор № 6708/20 от 28апреля 2020 г. Срок действия до 02 мая 2021 г.)   |                |
| 30.08.2021 г. | Внесены изменения в список литературы. Добавлены источники из ЭБС Ай-Пи-Эр-Медиа (Договор № 7989/21П от 30 апреля 2021 г. Срок действия до 02 мая 2022 г.) |                |