

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Зоологический институт Российской академии наук**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом ЗИН РАН  
протокол № 1 от 14 марта 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЗИН РАН  
Пугачев О.Н.  
20/г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА  
БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»**

По направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки

Присуждаемая квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Присуждаемая ученая степень: Кандидат наук

|                    | <b>Должность</b>                 | <b>Фамилия И.О.</b> | <b>Подпись</b> |
|--------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>Согласовано</b> | Зам. директора по научной работе | Синев С.Ю.          |                |
| <b>Разработано</b> | Секретарь отдела аспирантуры     | Доронин И.В.        |                |

Санкт-Петербург  
2018

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Настоящая рабочая программа дисциплины по выбору «Компьютерная обработка биоэкологических данных» - вариативная составляющая основной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) разработана на основании законодательства Российской Федерации в системе послевузовского профессионального образования, в том числе: Федерального закона РФ от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», Положения о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования Российской Федерации, утвержденного приказом Министерства общего и профессионального образования РФ от 27.03.1998 г. № 814 (в действующей редакции); составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 16.03.2011 г. № 1365 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)» и инструктивного письма Минобрнауки России от 22.06.2011 г. № ИБ-733/12.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ, НЕОБХОДИМОМУ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА**

Лица, желающие освоить ООП подготовки аспиранта по данному направлению подготовки, должны иметь высшее образование. Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных экзаменов на конкурсной основе. По решению экзаменационной комиссии лицам, имеющим достижения в научно-исследовательской деятельности, отраженные в научных публикациях, может быть предоставлено право преимущественного зачисления.

## **3. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по дисциплине «Компьютерная обработка биоэкологических данных», должен обладать следующими

1) универсальными компетенциями (УК):

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

2) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

3) профессиональными компетенциями (ПК):

- способность вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их структурный и функциональный анализ (ПК-2).

Квалификационные характеристики (общие и специальные) в соответствии с требованиями к выпускнику аспирантуры как специалисту высшей квалификации в отрасли Биологические науки 06.06.01.

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

## **4. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель курса – формирование у слушателей устойчивых практических навыков статистической обработки результатов натуральных и экспериментальных наблюдений, полученных в ходе исследовательской деятельности.

В курсе излагаются общие принципы и основные понятия прикладной статистики (преимущественно – биостатистики, медицинской статистики и геостатистики). Рассматриваются основные вычислительные методы, используемые в современном компьютерном обеспечении (Microsoft Excel, Statistica, Golden Software и др.). Решаются разнообразные практические примеры и задачи.

В заключительной части курса уделяется внимание построению и анализу элементарных экологических и биогеографических карт, их количественному анализу.

## **5. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общий объем дисциплины по выбору «Компьютерная обработка биоэкологических данных» составляет **108** часов, или **3** ЗЕ.

Курс читается на втором году обучения и предполагает знание основных вузовских дисциплин гуманитарного, социального и экономического цикла (Б1), а также – естественнонаучного и математического цикла, включая раздел «Теория вероятности и математическая статистика» (Б 2).

### **5.1. Задачи дисциплины**

Знание программного материала позволит слушателям глубже понимать и ориентироваться в дисциплинах таких курсов как, «зоология», «общая экология», «биоразнообразие», «экологический мониторинг», «оценка воздействия на окружающую среду», «биологические ресурсы и их охрана» и других.

После завершения курса слушатели должны владеть основными вычислительными методами, используемыми в современном компьютерном обеспечении (Microsoft Excel 10, Statistica 6, Golden Software и др.), и решать разнообразные практические примеры и задачи средней сложности.

### **5.2. Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать слушатель до изучения дисциплины**

Уровень знаний и умений, которым должен обладать слушатель, приступающий к изучению дисциплины «Компьютерная обработка биоэкологических данных», определяется изучением в вузах базовых дисциплин математического и естественнонаучного цикла и предполагает соответствующие знания по биологии, экологии, высшей математике, информатике. Особенно важна компьютерная грамотность слушателей.

### **5.3. Приобретённые навыки в результате освоения дисциплины**

- назначение, возможности и структуру пакета Microsoft Excel;
- назначение, возможности и структуру пакета Statistica;
- назначение, возможности и структуру пакета Golden Software;
- уметь:
  - вводить, сохранять и преобразовывать данные естественно-научные в электронные таблицы пакетов Excel, Statistica и Golden software;
  - выполнять базовые статистические расчеты и графические построения в пакетах Excel, Statistica и Golden software;
  - конструировать несложные логико-статистические модели в пакетах Excel и Statistica;
- иметь представление:
  - о многомерной статистике и ее применении в геоэкологии;
  - о кластеризации и ординации объектов на основе их признаков;
  - о геостатистических расчетах и их применении в экологии;
- владеть навыками:
  - работы с компьютером как средством сбора, хранения и обработки биоэкологической информации;
  - работы с архивами и базами данных биоэкологической информации в глобальных компьютерных сетях;
  - создания баз данных для различных геоинформационных проектов зоологической и гидроэкологической направленности.

Воспитательная задача дисциплины определяется необходимостью развития у слушателей аккуратности и точности в обработке данных, логического и биологически грамотного подхода к анализу научных результатов.

#### **5.4. Элементы профессиональной направленности программного материала, отражающие практическую деятельность слушателей**

Профессиональная направленность программного материала, отражающая практическую деятельность слушателей – зоолога и гидроэколога состоит в следующем:

1) в изучении возможностей популярных пакетов статистической и геостатистической обработки данных – MS Excel 2003, Statistica 6, Golden Software (Surfer 8, Grapher 6 и MapViewer 7) и других;

2) в освоении навыков работы с большими массивами разнообразной информации, полученной в результате наблюдений за биологическими, физическими и химическими явлениями и объектами;

3) в подготовке к построению компьютерных баз данных для геоинформационных, поисковых и экспертных систем.

#### **5.5. Элементы, отражающие специфику аспирантуры**

В аспирантуре Зоологического института РАН преимущественно обучаются аспиранты с университетским образованием по «зоологии» и «гидроэкологии» и, соответственно, образовательная, воспитательная и исследовательская политика Института сориентирована на углубление знаний слушателей именно в этих направлениях. Поэтому большинство учебных примеров и тестов в рамках дисциплины основаны на зоологических и гидроэкологических данных.

#### **5.6 Программа дисциплины**

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

- лекции;
- семинары;
- практические занятия.

1. Лекции сопровождаются визуальным материалом в виде презентаций с использованием компьютерной презентационной программы Power Point).

2. Семинары носят характер дискуссии, собеседования, свободного изложения тематического материала.

3. На практических занятиях аспиранты работают в компьютерном классе

Программа дисциплины предусматривает как аудиторные занятия, так и самостоятельную работу слушателей. Аудиторные занятия состоят из лекций и практических занятий в компьютерном классе. Спецификой дисциплины является необходимость выполнения определённого перечня биостатистических и геостатистических работ.

Практические занятия проводятся на базе модифицированных примеров и задач, содержащихся в книгах Златопольского Д.М.(2003) и Лавренова С.М. (2003), а также в самоучителе для пакета Statistica.

Самостоятельная работа слушателей включает в себя:

– составление кратких и развёрнутых план-конспектов изучаемого материала по теме и закрепление его воспроизведением основных терминов и понятий;

– самостоятельное изучение материала при подготовке к практическому занятию и закрепление его воспроизведением определенных операций и алгоритмов на компьютере в соответствующей программной среде;

– общестатистический анализ архивных данных, адекватный выбор и расчет ряда биотических индексов, выявление общих закономерностей; вынесение на карту и правильный анализ картографической информации.

Руководство самостоятельной работой слушателей осуществляется через

разработку тем, выносимых на изучение, и проверку их выполнения.

Оценочный критерий – степень самостоятельности и творческой активности при выполнении заданий.

Формы контроля – проверка (выборочная и сплошная) практических заданий, заслушивание устных сообщений по материалам самостоятельной работы; проведение групповых контрольных работ и их проверка; анализ схем, графиков и карт; ответов на тесты; итоговый зачет.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА (ТЕМ) ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»

### 6.1. Разделы дисциплины

| № п/п | Наименование разделов и тем   |
|-------|---|
| 1     | Средства ввода данных и их хранения в компьютере                                  |
| 2     | Автоматизация обработки данных и пакеты прикладных программ MS Excel и Statistica |
| 3     | Выборочный метод получения данных геомониторинга                                  |
| 4     | Основы корреляционного анализа  |
| 5     | Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов                                  |
| 6     | Методы классификации и ординации  |
| 7     | Временные ряды и их анализ  |
| 8     | Основы картографического анализа информации                                       |

### 6.2. Темы дисциплины

Тема 1. Средства ввода данных и их хранения в компьютере

Форматы ввода данных в компьютер. Текстовые редакторы и электронные таблицы MS Excel, MS Access, статистических и других прикладных программ. Назначение, обзор стандартных и специальных возможностей.

Тема 2. Автоматизация обработки данных и пакеты прикладных программ MS Excel и Statistica

Встроенные статистические функции MS Excel. Использование надстройки «Пакет анализа». Обмен данными между MS Excel и Statistica. Графическое представление результатов анализа данных геомониторинга в MS Excel и Statistica.

Тема 3. Выборочный метод получения данных

а) Цифровые и символьные данные. б) Группировка первичных данных. Законы распределения. Нормальное распределение. Генеральная совокупность. Точечные и интервальные оценки. Средние: арифметическая, геометрическая. Мода. Медиана. в) Дисперсия, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации. Оценка репрезентативности оценок. Сравнение средних.

Тема 4. Основы корреляционного анализа

Коэффициент корреляции. Корреляционное отношение. Ранговый коэффициент корреляции. Коэффициенты Спирмена и Кендалла. Коэффициент ассоциации. Оценка связи качественных признаков. Множественная корреляция. Частные коэффициенты корреляции.

Тема 5. Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов

Модель простой линейной регрессии. Криволинейная регрессия. Построение регрессионных моделей с помощью средств MS Excel (графики и пакет анализа) и Statistica. Множественная регрессия.

Тема 6. Методы классификации и ординации

Евклидово расстояние. Индексы сходства. Матрицы сходства. Представление о кластерном анализе. Способы объединения объектов в группы. Представление результатов в виде дендрограмм. Многомерное шкалирование. Деревья классификации.

## Тема 7. Временные ряды и их анализ

Понятие временного ряда. Тренд и «белый шум». Методы анализа периодичностей во временном ряду. Сглаживание и спектральный анализ Фурье. Периодограмма и спектральная плотность. Построение гармонических уравнений.

## Тема 8. Основы картографического анализа цифровой информации

Растровые и векторные карты. Координатная привязка. Основные картографические проекции. Построение карт в пакете Golden software. Вынесение на карты различных данных. Способы визуализации информации на картах. Анализ картографической информации.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная и учебно-методическая литература и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. Зоологический институт РАН располагает обширной библиотекой, включающей научно-техническую литературу по дисциплине, научные журналы и труды конференций.

### Основная литература:

Берк К.Н., Кэйри П. Анализ данных с помощью Microsoft Excel. - Изд. дом «Вильямс». 2005. 560 с.

Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. – М.: Астрель. 1997. 64 с.

Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. (2-е издание) – СПб.: Питер. 2003. 688 с.

Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel: учебное пособие. – 2-е изд. М.: ФОРУМ. 2008. 464 с.

### Дополнительная литература:

Гринин А.С., Н.А.Орехов, В.Н.Новиков. Математическое моделирование в экологии. – М.: «Юнити». 2003.

Джонгман Р.Г.Г., тер-Браак С.Д.Ф., ван-Тонгерен О.Ф.Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов – М.: РАСХН. 1999. 306 с.

Жижин К.С. Медицинская статистика: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: ФЕНИКС. 2007. 160 с.

Златопольский Д.М. 1700 заданий по Microsoft Excel. – СПб.: БХВ-Петербург. 2003. 544 с.

Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006. 816 с.

Лавренов С. М. Excel: Сборник примеров и задач. - М.: Финансы и статистика. 2003. 336 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа. 1980. 293 с.

**Электронные ресурсы:** <http://www.nature.com/nature> <http://www.nature.com/methods>  
<http://www.nature.com/materials> <https://www.researchgate.net/> <http://www.oxfordjournals.org>  
<http://www.tandf.co.uk/journals/>  
<http://www.springerlink.com> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

### Электронные образовательные ресурсы:

1. Научная электронная библиотека e-Library
2. [www.e-science.ru](http://www.e-science.ru) – портал естественных наук, теоретическая база по биологии (бесплатный ресурс)
3. [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и [libnauka.ru](http://libnauka.ru) (электронная библиотека Издательства "Наука").

### **Электронно-образовательные ресурсы свободного доступа:**

1. Федеральный портал "Российское образование" – <http://www.edu.ru/>
2. Национальная педагогическая энциклопедия – <http://didacts.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/Федеральный портал – <http://window.edu.ru/>
4. Портал естественных наук, теоретическая база по биологии – [www.e-science.ru](http://www.e-science.ru)
5. Российская государственная библиотека – <http://www.rsl.ru>
6. Научная библиотека СПбГУ – <http://www.library.spbu.ru>
7. ЭБС издательства Лань – <http://e.lanbook.com>

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

1. Чтение курса лекций осуществляется в учебной аудитории или малом конференц-зале Зоологического института РАН.
2. Преподаватель может использовать компьютер ACER Model ZL1 с приставкой In FOCUS Model LP70 и любое иллюстративное оборудование, которым располагает ЗИН РАН.
3. Практические занятия проходят в компьютерных классах ЗИН РАН, оснащенных соответствующим современным оборудованием.
4. Чтение лекций осуществляется с использованием интерактивной презентации авторской разработки.
5. Фонды Библиотеки РАН.