

ФГБОУ ВО «МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПО ФИЗИКЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ:  
НАУКА И ШКОЛА

XVI Емельяновские чтения

Материалы  
Всероссийской научно-практической  
конференции преподавателей  
высшей и средней школы

Йошкар–Ола, 2018

ББК 22.3  
УДК 53:372.8  
Ф 50

Рецензионно-редакционная коллегия:

**В.А. Белянин** (отв. ред.), докт. пед. наук, проф., МарГУ;

**Н.Л. Курилева**, канд. пед. наук, доц., МарГУ;

**А.В. Леухин**, канд. физ.-мат. наук, доц., МарГУ.

*Рекомендовано к изданию  
редакционно-издательским советом МарГУ*

**Ф 50 Физико-математическое и естественнонаучное образование: наука и школа:** Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. / Мар.гос. ун-т; под. ред. В.А. Белянина, Н.Л. Курилевой. – Йошкар-Ола, 2018. – 243 с.

ISBN 978-5-91716-489-2

В сборник включены материалы Всероссийской научно-практической конференции преподавателей высшей и средней школы «Физика и ее преподавание в школе и в вузе. XV Емельяновские чтения», состоявшейся 23–24 апреля 2018 года на факультете общего и профессионального образования Марийского государственного университета.

В сборнике публикуются научные работы школьных учителей и преподавателей высших учебных заведений Республики Марий Эл и других регионов России. Статьи публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-91716-489-2

ББК 22.3  
УДК 53:372.8  
© Марийский государственный  
университет, 2018

## ПРЕПОДАВАНИЕ БИОМЕТРИИ БИОЛОГАМ В МАРИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Рыжова Л.В., Жукова О.В.**

*ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола*

В статье описаны этапы преподавания математических дисциплин биологам в Марийском государственном университете. Представлено содержание дисциплины «Биометрия».

Ключевые слова: биометрия, математические методы, статистические методы, биология.

The stages of teaching of mathematical subjects for biologists in Mari State University are presented. The outline of subject «Biometry» is considered.

Key words: biometry, mathematical methods, statistical methods, biology.

Развитие идеи преподавания биометрии биологам на биолого-химическом факультете Марийского государственного университета связано с именем профессора, д.б.н. Николая Васильевича Глотова. С 1998 года Н.В. Глов coordinated and implemented the teaching of mathematical subjects for biologists: Theory of probabilities, Biometry, Computer biometry, Processing of experimental data. The theoretical basis of these disciplines is the textbook: *Глов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. Л. Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.*

Студенты специальности «Биология» (1998-2015 гг.) в течение 1 курса изучали основы «Высшей математики», на 2 курсе – «Теорию вероятностей» (3 семестр), на 4 курсе – дисциплины «Математические методы в биологии» (7 семестр) и «Компьютерная биометрия» (8 семестр). Наконец, последний этап вероятностно-статистического образования биолога – «Обработка экспериментальных данных» (10 семестр), который предполагает использование студентом полученных знаний и умений по планированию (организации) количественных экспериментов и наблюдений, статистическому анализу полученных результатов при выполнении научно-исследовательской работы.

Студенты-бакалавры направления «Биология» (2011-2018 гг.) на 1 курсе изучали математику, на 2 курсе – «Математические методы в биологии» и «Компьютерную биометрию», и, наконец, на 4 курсе – «Обработка экспериментальных данных». Однако такой подход, как показала практика, оказался не совсем удачным. Прерывание цикла математических дисциплин на 3 курсе требовало дополнительного повторения пройденного материала.

В настоящее время (с 2018 г.) математическое образование биологов-бакалавров направления 06.03.01 Биология включает следующие дисциплины: «Математика» (1 семестр) и «Биометрия» (6 и 7 семестры). Вопросы «Теории

вероятностей» обсуждаются в процессе изучения «Математики». «Биометрия» включает в себя два раздела: «Математические методы в биологии» и «Компьютерная биометрия».

Основными задачами «Биометрии» являются:

- уметь планировать простые количественные эксперименты и наблюдения адекватно схеме статистического анализа;
- уметь собирать и анализировать первичную экспериментальную, полевую, статистическую и иную информацию;
- знать основные типичные методы статистического анализа;
- уметь проводить простейший статистический анализ;
- уметь давать биологическую интерпретацию результатов математико-статистического анализа.

Курс «Биометрия» включает в себя лекционные, лабораторные (практические) занятия и самостоятельную работу.

В лекционном курсе рассматриваются различные методы статистического анализа, их применение к конкретным биологическим задачам; приводится подробное решение подобных задач с пояснениями и замечаниями, особое внимание уделяется обсуждению распространенных ошибок.

При изучении раздела «Математические методы в биологии» на лабораторных (практических) занятиях студенты решают задачи с помощью калькулятора, карандаша и линейки. На элементарных биометрических задачах студенты овладевают основными методами статистического анализа, уясняют суть и возможности этих методов. О необходимости этого свидетельствует весь опыт преподавания. Пособием к лабораторным (практическим) занятиям и дополнением лекционного курса является: *Практикум по биометрии. Учебное пособие. Мар. гос. ун-т, Глотов Н.В., Рыжова Л.В., Трубянов А.Б., Жукова О.В. Йошкар-Ола, 2017. Основные темы «Биометрии»:*

1. Оператор суммирования.
2. Репрезентативная выборка. Простой случайный выбор.
3. Выборочное распределение. Теоретическое распределение.
4. Точечные и интервальные оценки параметров распределений .
5. Рандомизация.
6. Сравнение параметров двух распределений.
7. Сравнение распределений.
8. Статические связи.

Выбор тем практикума обусловлен задачами, которые наиболее часто встречаются при выполнении научно-исследовательских работ.

Каждая тема включает в себя краткое теоретическое изложение материала, способы решения задач и задачи для самостоятельного решения. Практикум включает, в основном, задачи, опубликованные в ряде учебных пособий по биометрии и математической статистике, а также собственные оригинальные примеры.

Актуальность темы «Оператор суммирования» определяется тем, что многие статистические формулы включают оператор суммирования (для

нахождения среднего арифметического, дисперсии, коэффициента линейной регрессии и др.). Навык решения подобных примеров является очень важным.

При изучении тем «Репрезентативная выборка. Простой случайный выбор» и «Рандомизация» студентам предлагается либо самостоятельно сформировать выборку из условно представленной генеральной совокупности, либо разделить какую-либо совокупность на группы. Во всех случаях случайный выбор осуществляется с помощью таблицы случайных чисел.

Основная цель изучения темы «Выборочное распределение. Теоретическое распределение» – это графическое изображение выборочных и теоретических распределений (нормальное, биномиальное, Пуассона) и сравнительный анализ полученных полигонов распределения признаков. Данная тема подводит студентов к изучению темы «Сравнение распределений», в которой проводится проверка согласия выборочного распределения с теоретическим. В последнем случае это не просто предположение о совпадении или не совпадении распределений, а подтверждение этих предположений с помощью статистических критериев. Кроме того, здесь рассматриваются задачи «Сравнение нескольких выборочных распределений» или «Таблица сопряженности  $R \times C$ ». Многие научно-исследовательские работы включают указанный тип статистического анализа.

При изучении темы «Точечные и интервальные оценки параметров распределений» студенты приобретают навык оценки числовых характеристик одной выборки, то есть нахождения точечных и интервальных оценок параметров нормального и биномиального распределений, распределения Пуассона.

Тема «Сравнение параметров двух распределений» предполагает сопоставление параметров двух выборочных распределений. Если анализируется количественный признак, то выборки могут быть как независимые, так и зависимые (парные или связанные). Соответственно, способ решения их будет различным. Кроме того, указанные типы задач решаются исходя из двух предположений (количественный признак имеет нормальное или неизвестное распределение). Реже встречаются в научно-исследовательских работах задачи сравнения параметров двух биномиальных распределений и параметров двух распределений Пуассона.

В научно-исследовательских работах достаточно часто встречается определение и оценка связи между изучаемыми признаками. При решении таких задач помогает изучение темы «Статические связи»: здесь рассматриваются задачи линейной регрессии и корреляции.

К самостоятельной работе студентов относится решение задач, подготовка к проверочным работам по теоретической части разделов и тем.

«Компьютерная биометрия» представляет собой следующий этап математического образования биологов. За последнюю четверть века, в связи с бурным развитием компьютерной техники, возможности применения математико-статистических методов, с одной стороны, сильно упростились, а с другой, неизмеримо выросли. Прежде всего, это касается многомерных

статистических методов. Можно сказать, что биологи не успевают осваивать непрерывно растущее богатство статистических методов. Поэтому цель данного курса – привить студенту навыки осмысленного биометрического исследования с помощью компьютера.

В «Компьютерной биометрии» осуществляется реализация различных математико-статистических методов, начиная с простых, широко применяемых, до современных методов многомерного статистического анализа в компьютерном пакете программ «STATISTICA» (Боровиков, 2001).

Раздел «Компьютерная биометрия» включает в себя решение задач из раздела «Математические методы в биологии», с помощью пакета компьютерных статистических программ STATISTICA. Кроме того, в данном разделе большое внимание уделяется более сложным статистическим методам и методам многомерного анализа: дисперсионному анализу (различные его схемы), кластерному анализу, методу главных компонент, дискриминантному анализу. В лекционном курсе даются теоретические основы данных методов, рассматриваются и приводятся примеры их использования в различных работах, опубликованных в ведущих журналах (Экология, Зоологический журнал, Ботанический журнал и др.) и сборниках конференций.

Имея навыки обращения с пакетом STATISTICA, студент сможет, использовать и другие статистические методы, не обсуждаемые в «Компьютерной биометрии», и обращаться к другим статистическим пакетам.

Таким образом, изучение «Биометрии» предполагает использование полученных знаний и умений при выполнении выпускной квалификационной работы, которая представляет собой законченную разработку научно-исследовательского или научно-производственного характера и в которой демонстрируется:

- ✓ умение собирать и анализировать первичную экспериментальную, полевую, статистическую и иную информацию;
- ✓ понимание основных общебиологических закономерностей;
- ✓ умение применять современные методы исследований;
- ✓ способность определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования;
- ✓ проведение анализа результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.

#### Литература

1. Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. Л. Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. 263 с.
2. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. 656 с.