

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ТГПУ)

Утверждаю  
Проректор по учебной работе (Декан)



« 12 » 09 2008 года

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПД.В.01.2**

**СТАТИСТИКА В БИОЛОГИИ**

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Целью курса «Статистика в биологии» является формирование у студентов базовых знаний по основам статистических методов представления, группировки и обработке материалов (результатов) биологических исследований, получение практических навыков вычислений важнейших статистических показателей и закономерностей, характеризующих совокупности биологических объектов и сообществ.

Задачей курса «Статистика в биологии» является изучение основных понятия теории вероятностей и математической статистики, биометрики, освоение практических навыков по методам статистических исследований в биологии.

### 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины:

Студент должен знать: основные понятия теории вероятностей, совокупность (перечень) базовых данных (результатов) статистических исследований, их оценок; дескриптивные и графические методы анализа данных; методы и критерии статистической проверки гипотез, приемы исследования и построения зависимостей; основы методов многомерного статистического анализа и планирования эксперимента.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	
Общая трудоемкость дисциплины	80	80	
Аудиторные занятия	36	36	
Лекции			
Практические занятия			
Семинары			
Лабораторные работы (практические)	36	36	
И (или) другие виды аудиторных занятий			
Самостоятельная работа	44	44	
Курсовой проект (работа)			
Расчетно-графические работы			
Реферат и (или) другие виды самостоятельных работ		*	
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)		зачет	

### 4. Содержание дисциплины:

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план):

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПР (С)	ЛР (ПР)
1	Основные понятия теории вероятностей	–	–	2
2	Статистические данные	–	–	2
3	Дескриптивные и графические методы анализа данных	–	–	4
4	Статистическое оценивание	–	–	6
5	Статистическая проверка гипотез	–	–	10
6	Исследование зависимостей	–	–	6
7	Методы многомерного статистического анализа	–	–	2
8	Планирования эксперимента	–	–	2
9	Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах	–	–	2
	Итого			36



## **4.2. Содержание разделов дисциплины:**

4.2.1. *Основные понятия теории вероятностей.* Пространство элементарных исходов и случайные события. Распределения, связанные с нормальным (распределение хи-квадрат, распределение Стьюдента и распределение Фишера). Условные распределения и независимость случайных величин. Коэффициент корреляции. Двумерное нормальное распределение.

4.2.2. *Статистические данные.* Понятие случайной выборки. Примеры реальных биомедицинских экспериментов. Многомерные статистические данные: матрица экспериментальных данных, переменные и наблюдения, количественные, номинальные и ранговые переменные.

4.2.3. *Дескриптивные и графические методы анализа данных.* Гистограмма: эмпирическая функция распределения. Полигон частот. Таблица частот. Двумерные диаграммы рассеивания. Множественные двумерные диаграммы рассеивания. Трехмерные диаграммы рассеивания. Множественные трехмерные диаграммы рассеивания. Столбчатые диаграммы. Секторные диаграммы. Составные линейные диаграммы. Звездные графики. Лучевые графики. Оконные графики. Разведочный анализ данных.

4.2.4. *Статистическое оценивание.* Понятие статистической оценки. Свойства оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность. Метод максимального правдоподобия. Точечное оценивание характеристик распределения (эмпирическая частота, выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное среднее – квадратическое отклонение, выборочный коэффициент вариации, выборочный коэффициент асимметрии, выборочный коэффициент эксцесса, выборочная медиана, выборочные квартили и интерквартильный размах, выборочная мода, выборочные квантили, выборочный коэффициент корреляции). Интервальное оценивание. Доверительный интервал для неизвестной вероятности. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсия нормального распределения. Доверительный интервал для коэффициента корреляции.

4.2.5. *Статистическая проверка гипотез.* Логика проверки статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода, уровень значимости и мощность критерия. Одновыборочные и двухвыборочные  $t$ -критерий и  $F$ -критерий. Сравнение параметров биномиальных и пуассоновских распределений. Проверка значимости отличия от нуля коэффициента корреляции. Критерии согласия ( $\chi^2$  критерий, критерий Колмогорова-Смирнова). Непараметрические процедуры проверки гипотез. Критерий Манна-Уитни.

4.2.6. *Исследование зависимостей.* Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе. Множественный и частный коэффициенты корреляции. Пошаговый регрессивный анализ. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотез в дисперсионном анализе. Оценивание связей между ранговыми и номинальными переменными.

4.2.7. *Методы многомерного статистического анализа.* Классификация методов многомерного статистического анализа (методы анализа связи между двумя системами переменных, методы анализа структуры многомерных данных). Корреляционный анализ. Дисперсионный анализ. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Факторный анализ и анализ главных компонент.

4.2.8. *Планирования эксперимента.* Основы математического планирования эксперимента.

4.2.9. *Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах.* Общая характеристика программного обеспечения анализа данных на персональных компьютерах. Представление данных для работы с пакетами прикладных программ по анализу данных. Системы программ для анализа данных AtteStat, Statistica.



## 5. Лабораторные (практические) работы:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	5.1.1	Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения случайных величин
2	5.1.2	Статистические данные
3,4	5.1.3	Дескриптивные и графические методы анализа данных
5-7	5.1.4	Статистическое оценивание
8-12	5.1.5	Статистическая проверка гипотез
13-15	5.1.6	Исследование зависимостей
16	5.1.7	Методы многомерного статистического анализа
17	5.1.8	Планирования эксперимента

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### 6.1. Рекомендуемая литература

а) основная:

1. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. –Изд. 11-е, стереотип. –М.: Высшая школа, 2005. – 478 с.

б) дополнительная:

1. Статистика:учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под ред. В. С. Мхитаряна. –М.: Экономистъ, 2006. – 669 с.
2. Компьютерная биометрика / Под ред. В. Н. Носова. –М.: Изд-во МГУ, 1990. Гл. 1-3, 5, 6, 8, 9. – С. 3-89, 101-130, 148-187.
3. Орлов, А. И. О применении статистических методов в медико-биологических исследованиях // Вестник Академии медицинских наук СССР. – 1987. – № 2. – С. 88 - 94.
4. Урбах, В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков / В. Ю. Урбах; АН СССР, Институт биологической физики. – М.: издательство АН СССР, 1963. –322 с.
5. Биометрика – журнал для медиков и биологов, сторонников доказательной биомедицины [Электронный ресурс]: сайт содержит библиотеку и библиографию литературы по применению статистических методов в биологии и медицине. – Режим доступа : <http://www.biometrica.tomsk.ru>.

### 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Методические указания к проведению вычислений в *Excel* и *Calc*.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс.

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

В процессе освоения студентами курса "Введение в биологическую статистику" предусматривается приобретение учащимися ряда важных дополнительных навыков:

1. использования знаний и умений, полученных ими ранее при изучении других дисциплин – информатики, математики и общей биологии;
2. умение работать с научной, научно-популярной и научно-методической литературой, словарями и справочниками по данным отраслям знаний;
3. умение анализировать, делать обобщающие выводы при статистических исследованиях.

### 8.1. Методические рекомендации преподавателю.

В первой части семестра изучаются основные понятия теории вероятностей, виды статистических данных, дескриптивные и графические методы анализа данных. Основное



внимание уделяется особенностям исследования биологического материала, методам и подходам статистического оценивания и статистической проверке гипотез, исследованию зависимостей. Во второй части семестра упор делается на технику практического применения методов математической статистики для полного цикла обработки данных – начиная от их сбора, анализа аномальностей, исследования законов распределений, дисперсионного и регрессионного анализа и кончая способами представления результирующей информации. Также рассматриваются вопросы многомерного статистического анализа, планирования эксперимента и дается обзор программного обеспечения анализа данных на персональных компьютерах.

Промежуточный срез знаний проводится письменно (контрольные задания). Тестирование может осуществляться студентами и в качестве самостоятельной подготовки как по отдельным темам (по прилагаемым вопросам), так и по полному объему дисциплины. По изучаемому курсу студенты выполняют индивидуальные задания в виде домашних заданий, рефератов, курсовых работ, определенных вопросами преподавателя и рабочей программой дисциплины. Семестр заканчивается зачетом.

## **8.2. Методические указания для студентов:**

### **8.2.1. Перечень примерных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

- ✓ Пространство элементарных исходов и случайные события.
  - ✓ Операции над событиями: вероятности событий и их свойства.
  - ✓ Условная вероятность и независимость событий, теорема Бернулли.
  - ✓ Формула полной вероятности и формула Байесса. Формула Бернулли.
  - ✓ Случайные величины и функция распределения вероятностей.
  - ✓ Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины и функция плотности вероятностей.
  - ✓ Характеристики распределений случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, медиана, мода и др). Примеры распределения случайных величин.
  - ✓ Распределение Бернулли, биномиальное распределение, распределение Пуассона, непрерывное и дискретное равномерное распределение, нормальное и логнормальное распределения.
  - ✓ Методика планирования эксперимента.
  - ✓ Распределения, связанные с нормальным (распределение хи-квадрат, распределение Стьюдента и распределение Фишера). Условные распределения и независимость случайных величин. Коэффициент корреляции. Двумерное нормальное распределение.
- Анализ статистических данных в пакетах Statistica и StatSoft.

### **8.2.2. Примерная тематика рефератов, курсовых работ:**

1. Методы обработки данных генетического эксперимента.
2. Методы анализа нормальности закона распределения экспериментальных данных.
3. Многофакторный дисперсионный анализ в биометрике.
4. Особенности анализа данных биологического эксперимента в пакетах Statistica и StatSoft.
5. Статистическая обработка данных в анализе динамики популяций.
6. Особенности обработки данных переписи населения.
7. Исследование зависимостей в анализе динамики популяций.


### **8.2.3. Примерный перечень вопросов к зачетам:**

1. Основные понятия теории вероятностей, случайные события.
2. Условная вероятность и независимость событий.
3. Случайные величины и функция распределения вероятностей, дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины и функция плотности вероятностей.
4. Характеристики распределений случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, медиана, мода). Примеры распределения случайных величин.



5. Распределение Бернулли, биномиальное распределение, распределение Пуассона, непрерывное и дискретное равномерное распределение, нормальное и логнормальное распределения.
6. Распределения, связанные с нормальным (распределение  $\chi^2$ , распределение Стьюдента и распределение Фишера).
7. Понятие случайной выборки. Примеры реальных биомедицинских экспериментов.
8. Статистические данные: матрица экспериментальных данных, переменные и наблюдения, количественные и ранговые переменные.
9. Deskриптивные и графические методы анализа данных. Гистограмма: эмпирическая функция распределения.
10. Столбчатые, секторные и составные линейные диаграммы. Звездные и лучевые графики.
11. Понятие статистической оценки. Свойства оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность.
12. Метод максимального правдоподобия и точечное оценивание характеристик распределения (эмпирическая частота, выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное среднее). Интервальное оценивание.
13. Доверительный интервал. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсия нормального распределения.
14. Логика проверки статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода, уровень значимости и мощность критерия.
15. Одновыборочные и двухвыборочные критерии. Сравнение параметров биномиальных и пуассоновских распределений.
16. Критерии согласия ( $\chi^2$  критерий, критерий Колмогорова-Смирнова). Непараметрические процедуры проверки гипотез.
17. Линейный регрессионный анализ, множественная линейная регрессия.
18. Метод наименьших квадратов.
19. Доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе.
20. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ.
21. Корреляционный и дисперсионный анализ.
22. Методика планирования эксперимента.


Программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 032400 «Биология».

Программу составил: д.ф.-м.н., с.н.с., профессор кафедры общей биологии и экологии  Бондарчук С.С.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии протокол № 38 от 28 августа 2008 года.

Зав. кафедрой общей биологии и экологии  Долгин В.Н.

Программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета ТГПУ протокол № 1 от 12.09 2008 года.

Председатель методической комиссии биолого-химического факультета  И.А. Шабанова

Согласовано:

Декан БХФ 

Минич А.С.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины «Статистика в биологии» на 2009-2010 учебный год.

В программе учебной дисциплины дополнений и изменений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии, протокол № 43 от 01.09.2009 года.

Заведующий кафедрой В.Н. Долгин В.Н. Долгин

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины «Статистика в биологии» на 2010-2011 учебный год.

В программе учебной дисциплины дополнений и изменений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии, протокол № 1 от 30.08.2010 года.

Заведующий кафедрой В.Н. Долгин В.Н. Долгин

*Дополнения и изменения в программу уч. дисциплины «Статистика в биологии» на 2011-2012 уч. год.*

*В программе уч. дисциплины дополнений и изменений нет.*

*Программа утверждена на заседании каф. общей биологии и экологии, протокол № 1 от 29.08.2011г.*

*зав. кафедрой В.Н. Долгин В.Н. Долгин*

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины  
«Статистика в биологии» на 2012-2013 учебный год.

В программе учебной дисциплины дополнений и изменений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и  
экологии, протокол № 1 от 01.09.2012 года.

Заведующий кафедрой В.Н. Долгин 01.09.2012 года.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины  
«Статистика в биологии» на 2013-2014 учебный год.

В программе учебной дисциплины дополнений и изменений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и  
экологии, протокол № 1 от 29.08.2013 года.

Заведующий кафедрой В.Н. Долгин