06

135М

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)

Утверждаю
_____ Дорин В.А.
декан факультета/директор института
«___» 09 20 13 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В БИОЛОГИИ

М.2.В.02

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 5

Направление подготовки: 050100.68 Педагогическое образование

Профиль подготовки: Биология и химия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

1. Цель изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы математической статистики в биологии» являются получение знаний и формирование у магистров общекультурных и профессиональных компетенций (ОПК-1, ОК4-ОК6, ПК1–ПК4, ПК8–ПК10, ПК13–ПК21) 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 «Методы математической статистики в биологии» является изучение основных понятия теории вероятностей и математической статистики, биометрики, освоение практических навыков по методам статистических исследований в биологии.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина является базовой и относится к математическому и естественнонаучному циклу. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо и достаточно знаний и умений, приобретенных студентами при обучении в среднеобразовательном учебном заведении. Знания и умения, полученные студентами при успешном освоении курса, будут востребованы при дальнейшем изучении всех дисциплин учебного плана по данной специальности. Кроме того, полученные студентами в результате изучения дисциплины знания будут использоваться при выполнении практических занятий предметов биологического цикла, написании докладов, курсовых проектов, дипломном проектировании и в последующей практической деятельности выпускника.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Методы математической статистики в биологии»

Содержание курса направлено на формирование следующих компетенций обучающихся:

а) общекультурные (ОК):

знанием и пониманием биологических законов развития природы, общества и мышления и умением оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

- стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;

б) профессиональные (ПК):

- знать назначение, принцип действия и основные устройства современных персональных компьютеров; принципы и технические средства хранения, обработки и передачи информации в персональных компьютерах и компьютерных сетях;
- знать назначение и состав программного обеспечения персональных компьютеров; основные этапы решения задач на персональных компьютерах; основы алгоритмизации и базовые принципы построения математических и компьютерных моделей, обладающих достаточной степенью адекватности реальным процессам;
- уметь готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации;
- знать возможности, принципы построения и иметь практические навыки использования распространенных современных офисных информационных технологий (текстовые и графические редакторы, электронные таблицы, системы презентаций и управления базами данных), средства печати.

Знать: современные тенденции развития образовательной системы; критерии инновационных процессов в образовании; принципы разработки инновационных методик организации образовательного процесса; принципы использования современных информационных технологий в профессиональной деятельности; 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.

Уметь: осваивать ресурсы образовательных систем; внедрять инновационные приемы в педагогический процесс; интегрировать современные информационные технологии в образовательную деятельность; реализовывать перспективные линии профессионального саморазвития с учетом тенденций в современном образовании; планировать и организовать биологические исследование; получать результаты, доступные для статистической обработки в соответствии с проблемами исследования; правильно выбрать метод статистической обработки данных; содержательно интерпретировать результаты обработки; пользоваться научными знаниями для понимания теоретических положений.

Владеть знаниями и навыками: способами анализа и критической оценки различных теорий и концепций системы непрерывного образования; способами развития профессиональных знаний; технологиями проведения опытно-экспериментальных работ; методы обработки данных, полученных в результате медикобиологических исследований; применения общего и специализированного программного обеспечения систем анализа данных; основными понятиями и терминами дисциплины; знаниями о современных методах обработки данных экспериментальных исследований в биологии и медицине; оформления квалифицированных и научных работ (отчет, научный доклад на семинаре или конференции, курсовая работа, дипломный проект, научная статья).

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачетные единицы, часы (в соответствии с учебным планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)	
	Всего: 5 зачетных единиц – 180 часов	2	3
Аудиторные занятия	56	24	32
Лекции	–	–	–
Практические занятия	–	–	–
Семинары	–	–	–
Лабораторные работы	56	24	32
Другие виды аудиторных работ	–	–	–
Другие виды работ			
Самостоятельная работа	97	58	39
Курсовой проект (работа)	–	–	–
Реферат	–	–	–
Расчётно-графические работы	–	–	–
Формы текущего контроля	–	–	–
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	Всего: [illegible] зачетных единиц	зачет	экзамен

5. Содержание учебной дисциплины

5.1. Разделы учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		лекции	Лабораторные работы	в том числе интерактивные формы обучения	самостоятельные
1	Основные понятия теории вероятностей	–	6	2	16
2	Статистические данные	–	8	2	0
3	Дескриптивные и графические методы анализа данных	–	6	2	0
4	Статистическое оценивание	–	8	0	36
5	Статистическая проверка гипотез	–	10	2	0
6	Исследование зависимостей	–	6	4	19
7	Методы многомерного статистического анализа	–	4	4	0
8	Планирования эксперимента		4	0	14
9	Программное обеспечение анализа данных на персональных компьютерах		4	0	12

5.2 Содержание разделов дисциплины

5.2.1. 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.

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

5.2.3. 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.

5.2.4. 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.

5.2.5. 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 (χ^2 критерий, критерий Колмогорова-Смирнова). Непараметрические процедуры проверки гипотез. Критерий Манна-Уитни.

5.2.6. 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.

5.2.7. 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.

5.2.8. Планирования эксперимента. Основы математического планирования эксперимента.

5.2.9. 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
1-3	5.2.1	Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения случайных величин
4-7	5.2.2	Статистические данные
8-10	5.2.3	Дескриптивные и графические методы анализа данных
11-14	5.2.4	Статистическое оценивание
15-19	5.2.5	Статистическая проверка гипотез
20-22	5.2.6	Исследование зависимостей
23-24	5.2.7	Методы многомерного статистического анализа
25-26	5.2.8	Планирования эксперимента
27-28	5.2.9	Программное обеспечение анализа данных

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

6.1. Рекомендуемая литература

С. С. Бондарчук, И. Г. Годованная, В. П. Перевозкин. Основы практической биостатистики. Томск: Изд-во ТГПУ. -132с.

С. С. Бондарчук. Основы практической биостатистики / Режим доступа: файл "Основы практбиостатистики.pdf" в папке "Литература".

Практикум по электронным таблицам. Методические указания УМК / Режим доступа: файл "Практикум ЭТ.pdf" в папке "Литература".

6.2. Дополнительная литература

Методические материалы на сайте ТГПУ. Режим доступа http://koi.tspu.edu.ru

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.

Статистика:учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под ред. В. С. Мхитаряна. –М.: Экономистъ, 2006. – 669 с.

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.

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При освоении данной дисциплины используются учебные аудитории и компьютерный класс Биолого-химического факультета и информационные ресурсы сайта ТГПУ http://koi.tspu.edu.ru.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Методические рекомендации (материалы) преподавателю.

Изучение дисциплины рассчитано на один семестр и включает в себя только лабораторные работы. Успешному усвоению дисциплины способствуют задания и методические материалы, входящие в учебно-методический комплекс. Промежуточный срез знаний осуществляется в ходе выполнения лабораторных работ, структура которых предусматривает последовательное освоение (накопление) приемов и методов выполнения заданий. Практически на любом этапе обучения по ходу выполнения очередной работы преподаватель может оценить усвоение студентом знаний предыдущих разделов обучения. Курс заканчивается итоговым зачетом.

При изложении "компьютерной" части содержания дисциплины основное внимание должно уделяться формированию умения студентов формулировать вопросы четко и терминах предметной области таким образом, чтобы ответы на них учащиеся сами могли найти анализом инструментария используемого программного обеспечения.

7.2. Методические рекомендации для студентов.

Значительная часть материала дисциплины учебным планом отводится на самостоятельное изучение. Вопросы, рекомендованные к самостоятельному изучению, рассматриваются лишь касательно время аудиторных занятий ввиду ограниченности времени. Но их проработка существенно расширяет общий кругозор знаний у обучающихся, повышает эрудированность и облегчает восприятие важных положений информационных технологий. Это дает возможность студентам увереннее ориентироваться в других дисциплинах, применяя навыки логического математизированного мышления, формируемые при изучении данного курса, что, в свою очередь, способствует формированию всех перечисленных выше компетенций (СК, ПК, ОК).

План самостоятельной работы

Общее количество часов, выносимых на самостоятельную работу: 78 часов

№	Раздел дисциплины	Перечень вопросов	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Раздел 5.2.1. Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения случайных величин	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.	16	Устный отчет

		Характеристики распределений случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, медиана, мода и др). Примеры распределения случайных величин.		
2.	Раздел 5.2.4. Статистическое оценивание	Распределения, связанные с нормальным (распределение хи-квадрат, распределение Стьюдента и распределение Фишера). Условные распределения и независимость случайных величин. Коэффициент корреляции. Двумерное нормальное распределение.	36	Устный отчет
3.	Раздел 5.2.6. Исследование зависимостей	Множественный и частный коэффициенты корреляции. Пошаговый регрессивный анализ. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотез в дисперсионном анализе.	19	Устный отчет
4.	Раздел 5.2.8. Планирования эксперимента	Методика планирования эксперимента.	14	Устный отчет
5.	Раздел 5.2.9. Программное обеспечение анализа данных	Анализ статистических данных в пакетах Statistica и StatSoft	12	Устный отчет

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

8.1. Формы текущего контроля успеваемости

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде:

- проведения регулярного экспресс-опроса по пройденному материалу,
- обсуждения и анализа методологии выполнения заданий,
- скоростью выполнения текущей работы, которая в значительной степени зависит от объема усвоенного ранее материала,
- индивидуального и коллективного обсуждения отчетов по выполненной работе и самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация обучающихся определяется соответствием количества выполненных лабораторных работ к таковому, определяемому планом курса.

Завершающая аттестация по курсу проводится в форме зачета, определяемые учебным планом подготовки, которые проводятся в форме письменных ответов по билетам и устном собеседовании по ответам.

8.2. Примерный перечень вопросов к экзамену и зачету

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 χ^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. Дескриптивные 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 (χ^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.

21. Методика планирования эксперимента.

22. При скрещивании короткоухих овец (являющихся гетерозиготами, полученными от скрещивания нормальных и длинноухих овец с овцами, лишенными наружного уха) получено 22 потомка, в том числе 7 овец с нормальными ушами, короткоухих и 6 безухих. Так как гетерозиготы по фактору длины ушей фенотипически отличаются от гомозиготных форм, в F2 ожидается расщепление 1 : 2 : 1. Проверьте нулевую гипотезу, что фактические результаты не отличаются от теоретических.

23. Средняя длина листа (хвои) у 50 кедров составила (в мм)

50,2	65,1	65,2	55,3	68,5	60,2	67,4	43,3	55,2	58,3
54,5	55,2	66,3	70,1	58,4	50,3	56,5	51,9	68,2	51,3
62,3	55,3	54,2	54,3	56,5	50	60,1	46,6	67,3	65,5
50,2	60,3	50	58,2	60,6	55,2	69,9	55,5	52,1	64
65,3	50,4	58,9	54,2	56,3	57,6	65,5	60,2	58,5	56,1

Составьте вариационный ряд и представьте его графически.
Имеет или нет данная выборка нормальное распределение?

24. Рассчитать критерий Стьюдента по следующим данным независимых выборок:
(обе выборки имеют нормальное распределение)
среднеарифметическое выборки 1 = 18,5 см;
дисперсия выборки 1 = 0,39 см^2; численность выборки 1 =10
среднеарифметическое выборки 2 = 32,81 см;
дисперсия выборки 2 = 12,32 см^2; численность выборки 2 = 10
Подтвердят или нет эти данные нулевую гипотезу равенства средних?

25. Рассчитать критерий Стьюдента по следующим данным независимых выборок:
(обе выборки имеют нормальное распределение)
среднеарифметическое выборки 1 = 18,5 см; дисперсия выборки 1 = 6,39 см2;
численность выборки 1 = 10; среднеарифметическое выборки 2 = 32,81 см;
дисперсия выборки 2 = 8,32 см2; численность выборки 2 = 11.
Подтвердят или нет эти данные нулевую гипотезу равенства средних?

26. При анализе снега в окрестностях г. Томске на наличие нитратов были получены следующие данные (в мг/л) (ПДК = 10 мг/л):

14,3	15,7	14,8	15,3	15,0	14,2	16,4	13,9	13,9
14,3	12,0	14,4	13,0	13,8	12,4	12,7	13,7	13,9
12,8	11,9	12,0	13,8	13,0	11,4	12,6	13,8	11,7

Составьте вариационный ряд. Укажите модальный класс, лимиты и вариационный размах. Найдите среднее и дисперсию.

27. У хариуса озера Байкал были измерены длина головы (x) и длина грудного плавника (y):

x	66	61	67	73	51	59	48	47	58	44	41	54	52	47	51	45	55	51	63	41
y	38	31	36	43	29	33	28	25	36	26	21	30	28	27	28	26	43	35	33	26

Постройте линейную регрессию для этих данных, на график нанесите линии эмпирического распределения и доверительных интервалов

28. Длина тела у омуля была следующей (в см):

14,3	15,7	14,8	15,3	15	14,2	16,4	13,9	13,9	14
14,3	12	14,4	13	13,8	12,4	12,7	13,7	13,9	12,9
12,8	11,9	12	13,8	13	11,4	12,6	13,8	11,7	13,2
13	14,5	14	15,3	13,7	14,2	14,5	13,7	14,1	12,5
14,3	13,8	14	13,5	13,5	13,9	12,5	13,7	13,1	12
0,9	0,9	14,8	13,6	16,5	17,2	10	13,2	13,3	11

Составьте вариационный ряд и начертите гистограмму.

Имеет или нет данная выборка нормальное распределение?

29. В двух водоемах были взяты пробы рыбы (щуки). Было подсчитано число лучей в хвостовых плавниках щуки.

Первая выборка

53	51	52	55	56	49
54	53	52	53	51	55
51	51	56	54	54	53
52	55	53	53	56	53
56	55	50	54	49	54
52	51	55	52		

Вторая выборка

56	49	51	52	54	56
51	55	53	55	53	54
54	53	54	54	55	53
56	53	52	56	52	52
49	54	54	55	54	55
55	54	51			

Одинаково ли среднее число лучей плавников в этих выборках?

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100.68 – Педагогическое образование, магистратура.

Рабочую программу учебной дисциплины составил:

докт.физ.-мат.наук, профессор кафедры общей биологии и экологии

_____ С.С. Бондарчук

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии. Протокол № 1 от 29 08 2013 года.

Зав. кафедрой _____ В.Н. Долгин
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией Биолого-Химического факультета. Протокол № 1 от 2 09 2013 года.

Председатель методической комиссии БХФ_____ Е.П. Князева
(подпись)