

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научно-методической
и учебной работе

“ 22 ”



И. Скафа

2016 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
«Математические методы в биологии»

Направление подготовки (специальность): 06.03.01 Биология

Образовательный уровень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2016



УТВЕРЖДАЮ:

Декан биологического факультета

О.С.Горецкий

«21» октября 2016 г.

Программа учебной дисциплины **«Математические методы в биологии»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.03.01 Биология и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «07» августа 2015 г. № 750».

Разработчик:

ст.преподаватель кафедры физиологии
человека и животных

В.И.Труш

к.пед.н., доцент кафедры биофизики

Е.В. Тимошенко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физиологии человека и животных

Протокол № 5 от "20" октября 2016 г.

Зав. кафедрой

В.В.Труш

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 1 от "29" августа 2016 г.

Зав. кафедрой

С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 2 от "21" октября 2016 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Прокопенко Е.В.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: медико-биологические науки, обязательная дисциплина профессионального блока. Дисциплина «Математические методы в биологии» – прикладная наука, использующая математико-статистические методы для анализа результатов биологического эксперимента или наблюдения. Базируется на дисциплинах: математика, информатика и современные информационные технологии. Является обязательным образовательным компонентом, формирующим умения и навыки научно-исследовательской деятельности в различных областях биологии, основой для изучения профессиональных дисциплин, научно-исследовательской работы и будущей профессиональной деятельности.

2. Структура дисциплины (модуля)

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО	СПО (ускор.)	ОСО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Уровень высшего профессионального образования	Бакалавр				
Образовательно-квалификационный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	06.03.01 Биология				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	5 содержательных модуля, 13 тем				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы ¹	Дисциплина базовой части профессионального блока образовательной программы ВПО по направлению 06.03.01 Биология				
Формы контроля	Модульный контроль (2), зачет, экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ОСО	*СПО (ускор.)	ОСО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	5		5		
Количество часов	180		180		
Год подготовки	2		2		
Семестр	3, 4				
Количество часов					
- лекционных	32+16		12		
- практических, семинарских	-		-		
- лабораторных	32+16		12		
- самостоятельной работы	56+28		156		
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	4+2		-		

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1-в соответствии с ОП (образовательной программой)

3. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель – сформировать представление об общих закономерностях вариации биологических признаков, обучить приемам и методам анализа экспериментальных данных, выработать навыки практического использования полученных знаний.

Задачи – освоить целостную процедуру биометрического исследования, включающую постановку задачи и выбор метода обработки экспериментальных данных, интерпретацию результатов и их представление в табличном и графическом виде, формулирование выводов; усвоить основные теоретические понятия математической статистики; ознакомиться с современными стандартами и средствами обработки данных

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по направлению подготовки 06.03.01 Биология:

а) *общекультурных компетенций:*

ОК-13: способность к самоорганизации и самообразованию;

б) *общепрофессиональных компетенций:*

ОПК-1: способность применять базовые знания фундаментальных разделов математики и математических методов в биологии для освоения математического аппарата биологических наук;

ОПК-2: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом требований информационной безопасности;

в) *профессиональных компетенций:*

ПК-2: владеть базовыми методами первичной математической и статистической обработки экспериментальных данных; уметь анализировать и интерпретировать полученные результаты на основании современных литературных источников;

ПК-3: иметь навыки использования основных технических средств поиска научной биологической информации, пакетов прикладных компьютерных программ, работы с профессиональной информацией в глобальных компьютерных сетях.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Ориентироваться в круге основных проблем, касающихся статистических методов обработки экспериментального материала;

Знать: сущность основных методических приемов статистической обработки экспериментального материала;

Уметь: использовать адекватные статистические методы для анализа экспериментального материала;

Владеть: методическими приемами статистического анализа экспериментального материала.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1. Введение в биометрию	
Тема 1. Биометрия как наука.	Предмет, задачи и цели курса; краткая история становления биометрии и ее связь с биологическими дисциплинами. Роль К. Пирсона и Р. Фишера в создании базовых методов статистической обработки экспериментальных данных.
Тема 2. Основные понятия биометрии	Варьирующие биологические признаки, их свойства и специфические особенности. Количественные мерные, количественные счетные, порядковые и качественные биологические признаки. Понятия непрерывной и дискретной вариации. Причины варьирования результатов наблюдений. Понятие статистической совокупности.
Содержательный модуль 2. Выборочный метод. Выборочные характеристики. Распределения случайных величин	
Тема 3. Генеральная и выборочная совокупности	Понятия генеральной и выборочной совокупностей. Репрезентативность выборки. Рандомизация. Группировка и упорядочение первичных данных. Безинтервальные и интервальные вариационные ряды и их графическое представление.
Тема 4. Основные статистические характеристики выборочной совокупности.	Степенные и структурные средние (средняя арифметическая и ее свойства, мода, медиана). Показатели вариации (размах, дисперсия и ее свойства, среднее квадратическое отклонение и его свойства, коэффициент вариации)
Тема 5. Теоретические распределения случайных величин	Законы распределения. Непрерывные и дискретные распределения. Применимость законов распределения к биологическим объектам и явлениям. Нормальное распределение. Асимметрия и эксцесс, их оценка. Эмпирические распределения. Проверка гипотез о законах распределения.
Содержательный модуль 3. Критерии достоверности статистического вывода	
Тема 6. Критерии согласия	Статистические гипотезы и их проверка. Сравнение двух выборок по центральным тенденциям и показателям вариации. Параметрические и непараметрические критерии достоверности статистических выводов.
Содержательный модуль 4. Корреляционный и регрессионный анализ	
Тема 7. Корреляционный анализ	Функциональная и корреляционная зависимости. Построение корреляционных полей (диаграмм рассеяния). Корреляционное отношение. Коэффициент линейной корреляции Пирсона. Достоверность выборочного коэффициента корреляции. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена.
Тема 8. Регрессионный анализ	Регрессионный анализ, его роль в биологии. Коэффициент регрессии. Линейная и нелинейная регрессия. Определение параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов.
Содержательный модуль 5. Использование современных программных средств для решения статистических задач	
Тема 9. Описательная	Способы группировки первичных данных. Построение интервальных и безинтервальных вариационных рядов с помощью

статистика	пакета MS Excel. Графическое представление вариационных рядов с помощью пакета MS Excel. Виды диаграмм. Сравнение выборок с помощью гистограмм распределения. Решение задач описательной статистики с помощью пакета анализа MS Excel.
Тема 10. Случайные величины и законы их распределения	Случайные величины и законы их распределения. Числовые характеристики случайных величин и их определение с помощью пакета MS Excel. Свойства оценок параметров.
Тема 11. Проверка статистических гипотез	Использование средств MS Excel для проверки гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Проверка гипотез о равенстве средних при равных и неравных дисперсиях выборок. Сравнение средних показателей выборок. Непараметрические критерии. Сравнение двух зависимых выборок.
Тема 12. Применение MS Excel в корреляционном и регрессионном анализе	Проверка наличия связи между переменными. Корреляционный анализ. Частная и ранговая корреляция. Использование средств MS Excel для построения одномерной линейной регрессионной модели.
Тема 13. Знакомство с пакетом Statistica	Основные возможности математического пакета Statistica и его использование для обработки эмпирических данных.

[illegible]

Содержательный модуль 3. Критерии достоверности статистического вывода																							
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования						на базе высшего профессионального образования				
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа						
Тема 6. Критерии согласия	20	4		6	10		17	1		1	15												
Итого по содержательному модулю 3	20	4		6	10		17	1		1	15												

Содержательный модуль 4. Корреляционный и регрессионный анализ																							
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования						
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа индивидуальная	ая работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа индивидуальная	ая работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа индивидуальная	ая работа		лекции	практические	самостоятельная работа индивидуальная	ая работа
Тема 7. Корреляционный анализ	16	4		4	8		22	1		1	20												
Тема 8. Регрессионный анализ	16	4		4	8		21	2		1	18												
Итого по содержательному модулю 4	32	8		8	16		43	3		2	38												

[illegible]

6. Темы лабораторных занятий

№ п/п	Название темы
1	Классификация варьирующих признаков
2	Построение безинтервальных и интервальных вариационных рядов
3	Вычисление выборочных показателей центральной тенденции
4	Вычисление выборочных показателей вариации
5	Проверка распределения на нормальность с помощью критерия хи-квадрат
6	Правило трех сигм и его приложения
7	Построение доверительного интервала для генеральной средней
8	Тестирование выборки на эксцессы
9	t-критерий Стьюдента для несвязанных выборок
10	t-критерий попарной разницы
11	Сравнение выборочных долей
12	Q- критерий Розенбаума
13	Критерий Вилкоксона для несвязанных выборок
14	Критерий Манна-Уитни
15	Вычисление коэффициента корреляции Пирсона
16	Вычисление коэффициента корреляции Спирмена
17	Построение интервальных и безинтервальных вариационных рядов с помощью пакета MS Excel.
18	Графическое представление вариационных рядов с помощью пакета MS Excel.
19	Решение задач описательной статистики с помощью пакета анализа MS Excel.
20	Числовые характеристики случайных величин и их определение с помощью пакета MS Excel.
21	Использование средств MS Excel для проверки гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.
22	Корреляционный анализ. Частная и ранговая корреляция с использованием средств MS Excel.
23	Использование средств MS Excel для построения одномерной линейной регрессионной модели.
24	Основные возможности математического пакета Statistica и его использование для обработки эмпирических данных.

7. Самостоятельная работа

№ п/п	Название темы
1	Основные понятия биометрии
2	Генеральная и выборочная совокупности
3	Статистические характеристики выборочной совокупности
4	Законы распределения случайных величин
5	Параметрические и непараметрические критерии согласия
6	Общие положения корреляционного анализа
7	Общие положения регрессионного анализа
8	Использование математического пакета Statistica для обработки результатов биологических экспериментов.

8. Индивидуальные задания

Написание рефератов по темам:

Статистические характеристики выборочной совокупности

Законы распределения случайных величин

Регрессионный анализ

9. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

Перечень вопросов к модульному контролю

1. Варьирующие биологические признаки, их свойства и специфические особенности.
2. Количественные мерные, количественные счетные, порядковые и качественные биологические признаки.
3. Понятия непрерывной и дискретной вариации. Причины варьирования результатов наблюдений. Понятие статистической совокупности.
4. Понятия генеральной и выборочной совокупностей. Репрезентативность выборки. Рандомизация.
5. Группировка и упорядочение первичных данных. Безинтервальные и интервальные вариационные ряды и их графическое представление
6. Степенные и структурные средние (средняя арифметическая и ее свойства, мода, медиана).
7. Показатели вариации (размах, дисперсия и ее свойства, среднее квадратическое отклонение и его свойства, коэффициент вариации)
8. Законы распределения. Непрерывные и дискретные распределения.
9. Применимость законов распределения к биологическим объектам и явлениям.
10. Нормальное распределение. Асимметрия и эксцесс, их оценка.
11. Эмпирические распределения. Проверка гипотез о законах распределения
12. Статистические гипотезы и их проверка.
13. Сравнение двух выборок по центральным тенденциям и показателям вариации.
14. Параметрические и непараметрические критерии достоверности статистических выводов.
15. Функциональная и корреляционная зависимости.
16. Построение корреляционных полей (диаграмм рассеяния).
17. Корреляционное отношение. Коэффициент линейной корреляции Пирсона. Достоверность выборочного коэффициента корреляции.
18. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена.
19. Регрессионный анализ, его роль в биологии. Коэффициент регрессии.
20. Линейная и нелинейная регрессия.
21. Определение параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов.

Перечень вопросов к зачету

1. Варьирующие биологические признаки, их свойства и специфические особенности.
2. Количественные мерные, количественные счетные, порядковые и качественные биологические признаки.
3. Понятия непрерывной и дискретной вариации. Причины варьирования результатов наблюдений. Понятие статистической совокупности.
4. Понятия генеральной и выборочной совокупностей. Репрезентативность выборки. Рандомизация.
5. Группировка и упорядочение первичных данных. Безинтервальные и интервальные вариационные ряды и их графическое представление

6. Степенные и структурные средние (средняя арифметическая и ее свойства, мода, медиана).
7. Показатели вариации (размах, дисперсия и ее свойства, среднее квадратическое отклонение и его свойства, коэффициент вариации)
8. Законы распределения. Непрерывные и дискретные распределения.
9. Применимость законов распределения к биологическим объектам и явлениям.
10. Нормальное распределение. Асимметрия и эксцесс, их оценка.
11. Эмпирические распределения. Проверка гипотез о законах распределения
12. Статистические гипотезы и их проверка.
13. Сравнение двух выборок по центральным тенденциям и показателям вариации.
14. Параметрические и непараметрические критерии достоверности статистических выводов.
15. Функциональная и корреляционная зависимости.
16. Построение корреляционных полей (диаграмм рассеяния).
17. Корреляционное отношение. Коэффициент линейной корреляции Пирсона. Достоверность выборочного коэффициента корреляции.
18. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена
19. Регрессионный анализ, его роль в биологии. Коэффициент регрессии.
20. Линейная и нелинейная регрессия.
21. Определение параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов

10. Образец билета к экзамену

ГОУ ВПО Донецкий национальный университет
(полное наименование высшего учебного заведения)

Образовательно-квалификационный уровень Бакалавр

Направление подготовки 06.03.01 «Биология» Семестр 4-й

Учебная дисциплина Математические методы в биологии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные задачи биометрии. Применение математических методов в биологии.
2. Параметрические критерии проверки достоверности статистических выводов.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры биофизики
Протокол № 5 от "20" октября 2016 г.

Зав. кафедрой

С.В. Беспалова

Экзаменатор

Е.В. Тимошенко

11. Образец тестового задания

(истинные утверждения пометить знаком +, ложные – знаком минус)

1. Согласно нулевой гипотезе, принимаемой при статистическом сравнении, различия носят случайный характер.

2. t – критерий достоверности разницы выборочных средних (t – критерий Стьюдента) используется только в тех случаях, когда изучаемый признак не является количественным.

3. Если фактическое значение t – критерия Стьюдента превышает табличное значение, разница между выборочными средними может считаться значимой.

4. t – критерий Стьюдента дает неверные результаты, если выборки коррелируют между собой.

5. t – критерий Стьюдента непригоден в тех случаях, когда распределение признака существенно отличается от нормального.

6. Значение фактического t – критерия Стьюдента может изменяться в интервале от $-3,26$ до $+3,26$.

7. t – критерий Стьюдента относится к параметрическим критериям, а t – критерий попарной разницы – к непараметрическим.

8. t – критерий попарной разницы используется применительно к порядковым признакам.

9. t – критерий попарной разницы предназначен для сравнения средних арифметических двух несвязанных выборок.

10. t – критерий попарной разницы относится к непараметрическим критериям.

11. Непараметрические критерии в принципе неприменимы по отношению к количественным признакам.

12. Непараметрические критерии достоверности разницы разработаны применительно к количественным нормально распределенным признакам.

13. Чем чувствительнее непараметрический критерий, тем сложнее его алгоритм.

14. Критерий ван дер Вардена предназначен для сравнения двух некоррелируемых выборок.

15. Критерий Вилкоксона для сопряженных пар предназначен для сравнения дисперсий двух несвязанных выборок.

16. Z – критерий знаков используется для определения различий между связанными (коррелирующими) выборками.

17. Если значение фактического Z – критерия знаков больше трех различия между выборками следует считать значимыми.

18. В биологии функциональные зависимости между признаками встречаются гораздо чаще, чем корреляционные.

19. Связь между массой эритроцита и его диаметром является по своему типу функциональной.

20. Чем сильнее корреляционная связь, тем компактнее расположены точки корреляционного поля.

21. Коэффициент корреляции Пирсона может принимать значения в интервале от -1 до $+1$.

22. При слабой связи величина коэффициента корреляции отрицательна, при сильной – положительна.

23. Коэффициент корреляции Пирсона можно использовать лишь в случае линейной связи.

24. При оценке достоверности коэффициента корреляции его величину делят на величину его ошибки.

25. Выборочные коэффициенты корреляции всегда нормально распределены вокруг генерального коэффициента корреляции.

26. При отсутствии связи генеральный коэффициент корреляции равен нулю, при функциональной связи – единице.

27. В задачи корреляционного анализа входят поиск и описание связей, а также установление причинно-следственных отношений между признаками.

28. Связь между массой тела и ростом человека является отрицательной.

29. По конфигурации корреляционного поля можно ориентировочно определить направление и силу корреляционной связи.
30. Генеральный коэффициент корреляции называют коэффициентом детерминации.
31. Отличие выборочного коэффициента корреляции от нуля в любом случае указывает на наличие корреляционной связи.
32. По величине выборочного коэффициента корреляции можно определить значение генерального коэффициента корреляции.
33. Если доверительный интервал для генерального коэффициента корреляции включает ноль, нет оснований говорить о наличии корреляционной связи.
34. Если выборочный коэффициент корреляции отличен от нуля, то это означает, что и генеральный коэффициент также отличен от нуля.
35. При оценке достоверности выборочного коэффициента корреляции может быть использована таблица "Критические значения t – критерия Стьюдента".
36. Z – преобразование Фишера заключается в переводе величины выборочного коэффициента корреляции во вспомогательную величину Z .
37. Достоинство вспомогательной величины Z заключается в том, что ее значения всегда совпадают со значениями генерального коэффициента корреляции.
38. Между площадью листовой пластинки и ее массой существует тесная отрицательная (обратная) корреляционная связь.
39. Если генеральный коэффициент корреляции равен 0,1, можно утверждать о наличии связи между изучаемыми переменными величинами.
40. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена относится к непарметрическим показателям связи.
41. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена может принимать значения от 0 до +1.
42. При изучении связи между двумя признаками, один из которых является количественным, а другой – порядковым, можно использовать ранговый коэффициент корреляции Спирмена.
43. В отличие от коэффициента линейной корреляции выборочный коэффициент корреляции Спирмена не нуждается в определении достоверности.
44. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена может быть использован применительно к альтернативным качественным признакам.
45. Значение выборочного коэффициента корреляции Спирмена, равное -0,95, указывает на сильную обратную связь (при условии, что коэффициент достоверен).

12. Критерии оценивания *(разрабатываются и утверждаются кафедрой)*

По шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90–100	5 (отлично)	зачтено
B	80–89	4 (хорошо)	зачтено
C	75–79	4 (хорошо)	зачтено
D	70–74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60–69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35–59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено

F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено
---	------	--	------------

13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Рабочая программа
2. Конспекты лекций
3. Тестовые задания для проверки знаний по излагаемым темам
4. Слайды
6. Методические указания для практических занятий по курсу «Математические методы в биологии»
7. Компьютеры и программное обеспечение MS Office, Statistica.

14. Рекомендованная литература

Основная

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1970.
3. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977.
5. Вентцель Е.С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: учебное пособие для вузов/ Е.С.Вентцель, А.А.Овчаров. - 3-е изд., стер. - М.: Высш.шк., 2000. - 366 с.
6. Ю.И.Гильдерман. Лекции по высшей математике для биологов.- Новосибирск, 1974.
7. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для студентов вузов. - 4-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 1998. - 400 с.
8. С.Гроссман, Дж.Тернер. Математика для биологов.- М.: "Высшая школа".- 1983.
9. Медведева М.И. Теория вероятностей и математическая статистика с применением информационных технологий: учебн. пособие/ М.И.Медведева, О.Г.Новожилова, Ю.М.Полшков, М.В.Румянцев. - Донецк: Донну, 2002. - 331 с.
10. Процай В.Ф. Комбинаторика и теории вероятностей/ В.Ф.Процай, И.В.Новикова. - Харьков: «Каравелла», 1997. - 240 с.
11. Сепетлиев Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях.- М.: Медицина.- 1968. - 230 с.
12. Солодовников А.С. Методические указания к курса «Теория вероятностей». - М.: Просвещение, 1981. - 212с.
13. Тимошенко Е.В. Применение вероятностно-статистического аппарата к решению задач биологического содержания (системы тестовых заданий): Учебное пособие / Е.В.Тимошенко, О.И.Нескреба.- Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2008. - 265 с.
14. Турчин В.М. Теория вероятностей в примерах и задачах/ В. Г.Турчин, Л.В.Дрожжина. - К.: ИСДО, 1994. - 132 с.

Дополнительная

1. Глотов Н.В. и др. Биометрия. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.
2. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. Наука, 1970.
3. Джермен М. Количественная биология в задачах и примерах. – М.: Мир, 1972.
4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений.- М.:

Наука, 1968. - 350 с.

5. Рейнгольд Э. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика/ Э.Рейнгольд, Ю.Нивергельдт. - М.: Мир, 1980. - 150 с.

6. Рыбников И.А. Введение в комбинаторный анализ – М.: Издательство МГУ, 1984. - 200 с.

7. Тернопольский В.Г. Элементы теории вероятности/ В.Г.Тернопольский, В.Г.Васильченко – К.: Советов. школа, 1992. - 230 с.

8. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. - М.: Изд-Во Москов-го ун-та, 1972. - 230 с.

9. Холл М. Комбинаторика – М.: Мир, 1970. - 120 с.

10. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1982. - 256 с.

11. Штеренгас С.С. Задачи по теории вероятностей/ С.С.Штеренгас, К.Д.Соков. - Воронеж: Издательство воронежского университета, 1982. - 77с.

15. Информационные ресурсы

1. <http://meduniver.com>
2. http://lib.khspu.ru/resource/r_6.php
3. <http://www.medicinform.net/human/fisiology.htm>
4. http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2493
5. <http://kineziolog.bodhy.ru/content/literatura-po-fiziologii-neirona>.
6. <http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/tv/theme0/theme.asp>
7. <http://twi.mpei.ac.ru/math/content.html>
8. https://www.youtube.com/results?search_query=%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F+%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9
9. <http://vm.tstu.tver.ru/lections.html>
10. <http://xn--80akjhdk1e5c.xn--plai/content/1806>

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры физиологии человека и животных с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ____ от ____.

Заведующий кафедрой
физиологии человека и животных

В.В. Труш

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры биофизики с изменениями (без изменений) на 2017-18 год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.17
/Заведующий кафедрой биофизики

 С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры физиологии человека и животных с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ____ от ____.

Заведующий кафедрой
физиологии человека и животных

В.В. Труш

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры биофизики с изменениями (без изменений) на 201____ год.

Протокол заседания кафедры № ____ от ____.
Заведующий кафедрой биофизики

С.В. Беспалова