ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И.Скафа

« 28 » июня 2017 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

«КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»

(спецкурс № 1)

Направление подготовки: 06.04.01 Биология

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ
Декан биологического факультета
_____ О.С.Горецкий

"26" июня 2017 г.

Программа учебной дисциплины **«Количественный анализ биологических данных»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от "28" сентября 2016г. № 1002, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология (Профиль: Биофизика), утвержденных Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:
к.пед.н., доцент кафедры биофизики_____ Е.В. Тимошенко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 16 от "15 мая 2017 г.

Зав. кафедрой _____ С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 10 от "23" июня 2017 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета _____ Е.В. Прокопенко

1. **Область применения и место дисциплины в учебном процессе:** учебная дисциплина «Количественный анализ биологических данных» относится к циклу вариативной части профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 06.04.01 Биология профиль Биофизика.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете ГОУ ВПО «ДонНУ» кафедрой биофизики, основывается на базе предшествующих дисциплин бакалавриата: Математика, Информатика и современные информационные технологии, Математические методы в биологии, Избранные главы высшей математики, Компьютерные исследования и моделирование биологических процессов, Вероятностно-статистические методы в биологии, сопутствующих дисциплин магистратуры Компьютерные технологии в биологии, Математическое моделирование биологических процессов, Методология и методы научных исследований, Биофизические методы в экологическом мониторинге и является основой для изучения дисциплины Современные проблемы биологии (биофизика), прохождения практик, написания научно-исследовательской работы и будущей профессиональной деятельности.

2. **Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

3. **Структура дисциплины**

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения	заочная форма обучения
Образовательный уровень:	Магистр	
Направление подготовки (специальность)	06.04.01 Биология	
Профиль	Биофизика	
Количество содержательных модулей (тем)	1 (6)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части ОП	
Формы контроля	*текущий, модульный контроль, промежуточная аттестация (экзамен), + текущий, модульный контроль, промежуточная аттестация (зачет)*	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	5	5
Количество часов	180	180
Год подготовки	1	1
Семестр	1, 2	
Количество часов		
- лекционных	36, 0	10
- практических, семинарских		
- лабораторных	18, 14	6
- самостоятельной работы	62, 50	164
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов, т.ч.	6,4, 4,57	
аудиторных	3, 1	

4. Описание дисциплины

Математические методы наряду с физическими и химическими является мощным средством при исследовании чисто биологических проблем. Современным биологам, а особенно биофизикам необходима достаточно серьёзная математическая подготовка. Математическое образование биофизиков с одной стороны должно предоставлять им понятие об основных идеях и языке математики, о том, что может и чего не может математика, а с другой стороны предоставлять им такой перечень действующих средств и методов, которые бы позволили им самим решать свои задачи, обращаясь к профессионалам лишь в самых сложных и нестандартных случаях. В последнее время бурно развивались приложения разных математических методов к изучению многих типов биологических явлений. Этот процесс достиг такой стадии, когда студентов, которые изучают биологию и медицину, уже не надо убеждать, что математика играет важную роль в их науках.

Данный курс включает разделы, которые посвящены применению методов математической статистики для изучения биологических объектов, потому что с точки зрения прикладных задач биологии и медицины методы математической статистики являются одними из основных приемов анализа и обработки экспериментальных данных и превратились в необходимый элемент математического образования студентов-биофизиков.

Цели и задачи

Цель – повышение уровня математической компетентности магистров-биофизиков, осознание ценности математики для будущей профессиональной деятельности, развитие профессионально значимых качеств и приемов умственной деятельности, освоение математического аппарата, позволяющего моделировать, анализировать и решать элементарные математические профессионально значимые задачи, возникающие в биологической науке и практике, обеспечивая преемственность формирования математической культуры биолога-исследователя и воспитание потребности в совершенствовании знаний в области математики и ее приложений в биологии.

Задачи – формирование понятия о методах математических исследований в биологии, помощь в приобретении необходимых математических знаний и развитии способностей использовать эти знания в области биологии, медицины и биофизики, формирование знаний и умений, необходимых для понимания явлений и процессов, происходящих в природе, развитие алгоритмического и логического мышления магистров, овладение методами исследования и решения математических задач, развитие способностей использовать полученными математические знания в области биологии, медицины и биофизики, выработка умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных биологических задач.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология:

а) ***общекультурных (ОК):***

способность к абстрактному мышлению, критическому анализу информации (ОК-1);

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) ***общепрофессиональных (ОПК):***

готовность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способность осваивать новые теории, модели, методы исследования, навыки разработки новых методических подходов с учетом целей и задач исследования (ПК-4).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать: методы математических исследований в биологии; свойства основных распределений случайных величин: нормального, биномиального, геометрического,

Пуассона; основные свойства функции вероятности и функции плотности, математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения случайных величин; области применения и основы дисперсионного, корреляционного, регрессионного и дискриминантного анализа;

уметь: пользоваться основными свойствами функции вероятности и функции плотности; находить математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение дискретных и непрерывных случайных величин; определять необходимый объем выборки; проверять гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных распределений, о равенстве долей двух биномиальных распределений; сравнивать группы по количественному признаку, используя параметрические и непараметрические критерии; применять тест Стьюдента для двух независимых и двух зависимых выборок; сравнивать две независимые групп с помощью ***U***-критерия Манна-Уитни, несколько упорядоченных групп по бинарному признаку с помощью критерия Манна-Уитни; сравнивать непрерывные величины двух связанных выборок с помощью ***W***-критерия Вилкоксона; сравнивать группы по качественным признакам; сравнивать наблюдаемые и ожидаемые частоты в двух группах с помощью критерия хи-квадрат; строить таблицы сопряженности; сравнивать частоты в двух группах с помощью критерия Фишера; строить доверительные интервалы для разности относительных частот в связанных выборках; сравнивать два качественных признака в двух несвязанных выборках; находить коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена, коэффициент конкордации Кендалла;

владеть: методами исследования и решения практических задач с использованием аппарата математической статистики в учебной, исследовательской и будущей профессиональной деятельности; навыками решения типовых задач математической статистики; основными приемами обработки биологических данных методами математический статистики и методами их интерпретации.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс "Количественный анализ биологических данных" предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов обучения. В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, эвристическая беседа), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение, эвристическое обучение.

В процессе изучения курса предусмотрено использование в учебном процессе интернет-ресурсов; рассмотрение задач, максимально приближенных к будущей профессиональной деятельности, с элементами дискуссии в процессе поиска путей решения сформулированных проблем; тесты и контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает: изучение учебной и методической литературы; составление конспектов и/или презентаций; подготовку к лабораторным и контрольным работам; выполнение индивидуальных заданий.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Тема 1. Описательная статистика.	Случайные события и случайные величины. Нормальное распределение случайной величины. Числовые характеристики нормального распределения и их точечные оценки. Интервальные оценки случайной величины. Распределение, отличное от нормального, его числовые характеристики. Определение необходимых объемов выборок.
Тема 2. Основы теории гипотез.	Понятие гипотезы. Виды гипотез. Критерии принятия решения. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных распределений. Проверка гипотезы о равенстве долей двух биномиальных распределений. Дисперсионный анализ.
Тема 3. Анализ зависимостей.	Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Множественная корреляция и регрессия.
Тема 4. Применение пакета Statistica для количественного и качественного анализа.	Сравнение групп по количественному признаку: параметрические и непараметрические критерии, применение теста Стьюдента для двух независимых выборок, применение теста Стьюдента для двух зависимых выборок, сравнение двух независимых групп с помощью ***U***-критерия Манна-Уитни, сравнение нескольких упорядоченных групп по бинарному признаку с помощью критерия Манна-Уитни, сравнение непрерывных величин двух связанных выборок с помощью ***W***-критерия Вилкоксона, однофакторный параметрический дисперсионный анализ, двухфакторный параметрический дисперсионный анализ. Сравнение групп по качественному признаку: анализ качественных признаков с помощью таблиц частот или тестов расхождений, сравнение одной группы с популяцией, сравнение выборочной относительной частоты с популяционной частотой, сравнение наблюдаемых и ожидаемых частот в двух группах с помощью критерия хи-квадрат, построение таблиц сопряженности, сравнение частот в двух группах с помощью критерия Фишера, сравнение качественных признаков (выраженных в частотах) в 2-х независимых группах с помощью точного метода Фишера, построение доверительного интервала для разности относительных частот в связанных выборках (до и после лечения), тест ***Q*** Кохрена для повторных испытаний, сравнение двух качественных признаков в двух несвязанных выборках, выраженных в процентах, сравнение относительных частот внутри одной группы и в двух группах.
Тема 5. Применение пакета Statistica для анализа зависимостей.	Анализ зависимостей (корреляции, ассоциации): коэффициент корреляции Пирсона, коэффициент корреляции Спирмена, коэффициент конкордации Кендалла. Методы регрессионного анализа: множественная линейная регрессия, множественная нелинейная регрессия, бинарная логистическая регрессия.
Тема 6. Применение пакета Statistica для многомерного анализа данных.	Многофакторный дисперсионный анализ . Кластерный анализ: классификация методов кластерного анализа по стратегиям кластеризации, древовидная агломеративная кластеризация, дивизивная кластеризация методом *k*–средних. Факторный анализ: общие понятия факторного анализа, метод главных компонент, метод главных факторов. Дискриминантный анализ.

Тематический план учебной дисциплины

Названия тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Описательная статистика.	**26**	6		4	16		**27**	2		1	24	
Тема 2. Основы теории гипотез.	**28**	6		4	18		**27**	2		1	24	
Тема 3. Анализ зависимостей.	**30**	6		6	18		**27**	2		1	24	
Тема 4. Применение пакета Statistica для количественного и качественного анализа.	**32**	6		6	20		**33**	2		1	30	
Тема 5. Применение пакета Statistica для анализа зависимостей.	**32**	6		6	20		**32**	1		1	30	
Тема 6. Применение пакета Statistica для многомерного анализа данных.	**32**	6		6	20		**34**	1		1	32	
Всего часов по дисциплине	**180**	**36**		**32**	**112**		**180**	**10**		**6**	**164**	

6. Темы семинарских занятий

7. Темы практических занятий

8. Темы лабораторных занятий

1. Применение теста Стьюдента для двух независимых выборок и для двух зависимых выборок.
2. Сравнение двух независимых групп с помощью U-критерия Манна-Уитни.
3. Сравнение непрерывных величин двух связанных выборок с помощью W-критерия Вилкоксона.
4. Однофакторный и двухфакторный параметрический дисперсионный анализ.
5. Сравнение групп по качественному признаку, анализ качественных признаков с помощью таблиц частот или тестов расхождений.
6. Сравнение одной группы с популяцией, сравнение выборочной относительной частоты с популяционной частотой, сравнение наблюдаемых и ожидаемых частот в двух группах с помощью критерия хи-квадрат.
7. Построение таблиц сопряженности, сравнение частот в двух группах с помощью критерия Фишера, сравнение качественных признаков (выраженных в частотах) в 2-х независимых группах с помощью точного метода Фишера.
8. Построение доверительного интервала для разности относительных частот в связанных выборках (до и после лечения), тест Q Кохрена для повторных испытаний, сравнение двух качественных признаков в двух несвязанных выборках, выраженных в процентах, сравнение относительных частот внутри одной группы и в двух группах.
9. Анализ зависимостей: коэффициент корреляции Пирсона.
10. Анализ зависимостей: коэффициент корреляции Спирмена.
11. Анализ зависимостей: коэффициент конкордации Кендалла.
12. Методы регрессионного анализа: множественная линейная и нелинейная регрессия, бинарная логистическая регрессия.
13. Многофакторный дисперсионный анализ .
14. Кластерный анализ: древовидная агломеративная кластеризация, дивизивная кластеризация методом k–средних.
15. Факторный анализ, метод главных факторов.
16. Дискриминантный анализ.

9. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов предусматривает: изучение учебной и методической литературы; составление конспектов и/или презентаций; подготовку к лабораторным и контрольным работам; выполнение индивидуальных заданий.

Темы для самостоятельного изучения

1. История развития математической статистики и применения ее методов для обработки данных в биологии и медицине.
2. Основные понятия теории множеств и операции над ними.
3. Основные понятия математики перечислений, отличия и связь между ними.
4. Классическое определение вероятности и его отличие от геометрического и статистического определения вероятности.
5. Условная вероятность и теорема Байеса.
6. Теорема умножения условных вероятностей, примеры ее применения.
7. Биномиальное и полиномиальное распределение и нахождение вероятности событий.
8. Локальная теорема Муавра-Лапласа. Функция $\varphi(x)$ и ее свойства.

9. Интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Функция $\Phi(x)$ и ее свойства.
10. Тест Вальда-Вольфовица.
11. Апостериорные сравнения групп.
12. Различия между несколькими несвязанными группами. непараметрический ***H***-критерий Краскела-Уоллиса.
13. Сравнение нескольких зависимых групп (повторные измерения), ранговый дисперсионный анализ Фридмана.
14. Сравнение частот при наличии таблиц сопряженности 2х2 в двух несвязанных выборках с помощью критерия хи-квадрат.
15. Сравнение качественных признаков (выраженных в частотах) в 2-х связанных группах с помощью критерия МакНемара.
16. Вероятностные методы: оценка рисков и эффектов вмешательства.
17. Вероятностные методы: оценка эффективности диагностических тестов.

Темы контрольных работ

1. Построение вариационных рядов. Графическое представление ряда.
2. Сравнение двух независимых групп с помощью U-критерия Манна-Уитни.
3. Сравнение непрерывных величин двух связанных выборок с помощью W-критерия Вилкоксона.
4. Сравнение групп по качественному признаку.
5. Проверка гипотезы о нормальном распределении случайной величины.

10.Индивидуальные задания

Пример индивидуального задания №1

Количество щенков у самок серебристо-черних лисиц:

4	**6**	**5**	**6**	**5**	**4**	**5**	**4**	**5**	**4**	**3**	**4**	**5**	**8**	**4**	**4**
3	**4**	**4**	**5**	**5**	**4**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**5**	**4**	**5**	**5**	**4**
4	**6**	**2**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**6**	**7**	**5**	**4**	**4**	**4**	**9**	**3**
4	**8**	**3**	**4**	**4**	**6**	**4**	**4**	**3**	**3**	**4**	**6**	**2**	**4**	**3**	**4**
3	**1**	**5**	**5**	**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**7**	**4**	**4**	**4**	**2**

По статистическим данным:

- построить вариационный ряд и представить его графически;
- найти выборочное среднее, выборочную дисперсию и выборочное стандартное отклонение;
- выровнять данные с помощью нормального закона распределения;
- проверить согласованность статистических данных и теоретического распределения, используя критерий Пирсона.

Пример индивидуального задания №2

Подобрать параметры a и b так, чтобы прямая $y=ax+b$ наилучшим образом отображала экспериментальные данные. Построить в одной системе координат полученную прямую и точки, соответствующие опытным данным.

Количество рождений (x) и смертей (y) на 100 человек населения Англии и Уэльса за 1881 – 1925 гг. (за каждые 5 лет):

x:	18,5	16,4	15,5	14,3	13,2	8,6	5,1	4,9	1,7
y:	9,4	8,9	8,7	7,7	6,0	4,3	4,4	2,2	2,1

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

Вопросы к 1 модульному контролю

1. Случайные события и случайные величины.
2. Функция вероятности ДСВ, ее определение и свойства, формулы для различных распределений.
3. Математическое ожидание ДСВ, его определение, свойства и вычисление для различных распределений.
4. Распределение Пуассона, его свойства и числовые характеристики.
5. Функция вероятности и функция распределения НСВ, их определение, свойства и графики.
6. Функция плотности вероятности НСВ, ее определение, свойства и график.
7. Числовые характеристики НСВ.
8. Сравнительная характеристика свойств и графиков функции вероятности и функции распределения ДСВ и НСВ.
9. Нормальное распределение, его свойства и применение для вычисления вероятностей.
10. Неравенство Чебышева и доверительные интервалы.
11. Закон больших чисел.

Вопросы к экзамену

1. Нормальное распределение случайной величины.
2. Числовые характеристики нормального распределения и их точечные оценки.
3. Интервальные оценки случайной величины.
4. Распределение, отличное от нормального и его числовые характеристики.
5. Определение необходимых объемов выборок.
6. Понятие гипотезы. Виды гипотез. Критерии принятия решения.
7. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных распределений.
8. Проверка гипотезы о равенстве долей двух биномиальных распределений.
9. Дисперсионный анализ и его виды. Формулировка гипотез в дисперсионном анализе.
10. Ограничения дисперсионного анализа методом Фишера. Построение критерия для дисперсионного анализа.
11. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции и проверка его значимости. доверительный интервал для коэффициента корреляции.
12. Регрессия. Основные предпосылки линейной регрессионной модели. Смысл коэффициента детерминации.

Вопросы ко 2 модульному контролю

1. Параметрические и непараметрические критерии.
2. Выбор статистических критериев.
3. Применение теста Стьюдента для двух независимых выборок
4. Применение теста Стьюдента для двух зависимых выборок
5. U-критерий Манна-Уитни: область применимости и ограничения.
6. Сравнение двух связанных выборок с помощью W-критерия Вилкоксона.
7. Сравнение групп по качественному признаку.
8. Сравнение качественных признаков в 2-х независимых группах.
9. Сравнение качественных признаков в двух связанных выборках.

Вопросы к зачету

1. Параметрическая и непараметрическая корреляция. Критерии для проведения корреляционного анализа.
2. Коэффициенты корреляции и конкордации.
3. Методы регрессионного анализа: множественная линейная и множественная нелинейная регрессия.
4. Кластерный анализ. Классификация методов кластерного анализа по стратегиям кластеризации.
5. Общие понятия и основные задачи факторного анализа.
6. Метод главных компонент.
7. Метод главных факторов.

Образец контрольной работы по теме
«Проверка гипотезы о нормальном распределении случайной величины»

Проверить распределение на нормальность.

Данные о максимальном артериальном давлении у детей до 5 лет:

100	95	105	92	90	101	105	100	105	98
102	104	106	96	102	100	105	100	106	105
103	100	108	100	105	103	100	102	98	100
105	99	110	108	109	105	100	96	103	107
110	105	107	110	102	108	111	98	108	110
95	105	115	98	96	100	95	97	105	105
98	94	98	100	105	100	102	96	90	95
102	95	105	103	95					

12. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательный уровень	Магистр
Направление подготовки	06.04.01 Биология (профиль Биофизика)
Семестр	1
Учебная дисциплина	Количественный анализ биологических данных

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Понятие гипотезы. Виды гипотез. Критерии принятия решения.
2. Регрессия. Основные предпосылки линейной регрессионной модели. Смысл коэффициента детерминации.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры биофизики
Протокол №___ от „___” _____ 20 г.

Заведующий кафедрой С.В.Беспалова

Экзаменатор Е.В.Тимошенко

13.Образец тестового задания *(при наличии)*

14. Критерии оценивания

Оценка знаний студента в каждом семестре проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

1 семестр

Виды СРС или форма контроля	Баллы	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Систематичность посещения, активность на занятиях	**5**	**5**
Изучение учебной и методической литературы, составление конспектов и/или презентаций	**5**	**15**
Контрольные работы 1-3	**15**	**-**
Индивидуальные задания 1-3 (для заочной формы обучения 1)	**15**	**30**
Модульный контроль	**10**	**-**
Экзамен	**50**	**50**
Общий итог	**100**	**100**

2 семестр

Виды СРС или форма контроля	Баллы	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Систематичность посещения, активность на занятиях	**5**	**5**
Изучение учебной и методической литературы, составление конспектов и/или презентаций	**5**	**15**
Контрольные работы 1-3	**15**	**-**
Индивидуальные задания 1-3 (для заочной формы обучения 1)	**15**	**30**
Модульный контроль	**10**	**-**
Зачет	**50**	**50**
Общий итог	**100**	**100**

При оценивании экзамена и зачета преподаватель руководствуется следующими принципами:

от 40 до 50 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы, выполнена практическая часть в полном объеме;

от 30 до 40 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы, выполнена практическая часть в полном объеме, но в работе допущены несущественные ошибки;

от 20 до 30 баллов – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на теоретические вопросы, практическая часть выполнена не в полном объеме, в работе допущено несколько существенных ошибок;

от 10 до 20 баллов - показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы, практическая часть не выполнена, в работе допущено много существенных ошибок;

от 0 до 10 баллов - показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы, практическая часть не выполнена, в работе допущены существенные ошибки, в практической части воспроизведены отдельные фрагменты решения с помощью экзаменатора.

0 - полное незнание материала.

Шкала оценивания академической успеваемости:

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

15.Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской или мультимедийным проектором и экраном. Для проведения лабораторных занятий, подготовки и проведения промежуточного контроля требуется компьютерный класс, оснащенный:

1. Ноутбук или персональный компьютер (на каждого студента и преподавателя).
2. Выход в Интернет или доступ к Wi-Fi.
3. Текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета (при подготовке к промежуточному контролю).

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Статистические методы в биологических исследованиях: теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост.: О.И.Доценко, Г.В.Тарадина, С.В.Беспалова.- Донецк: ДонНУ, 2013.- 162 с. – Электронные данные (1 файл)

2. Основы математической обработки экспериментальных данных в биологии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. Е. В. Тимошенко] ; ГОУ ВПО

"Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017 – Электронные данные (1 файл).

3. Тимошенко Е.В. Применение вероятностно-статистического аппарата к решению задач биологического содержания [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В.Тимошенко.- Донецк: ДонНУ, 2017. - 266 с. – Электронные данные (1 файл).

4. Кухенная, М. А. Практикум по статистике сельского хозяйства [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / М. А. Кухенная, Л. А. Масич ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра экономической статистики. - Донецк : ДонНУ, 2018. – Электронные данные (1 файл).

Дополнительная

1. Кулинич, О. І. Теорія статистики : підручник / О. І. Кулинич, Р. О. Кулинич. - 5-те вид. - Київ : Знання, 2010. - 239 с. (3 экз.)

2. Статистика : учебник для вузов / под ред. И. И. Елисеевой. - Москва [и др.] : Питер, 2010. - 361 с. (3 экз.)

3. Колесникова, И. И. Статистика : практикум / И. И. Колесникова, Г. В. Круглякова. - Минск : Вышейшая школа, 2011. - 285 с. (3 экз.)

4. Тринько, Р. І. Основи теоретичної і прикладної статистики : навч. посіб. / Р. І. Тринько, М. Є. Стадник. - Київ : Знання, 2011. - 397 с. (3 экз.)

5. Стегней, М. І. Статистика: кредитно-модульний курс : навч. посіб. / М. І. Стегней, І. О. Іртищева ; Мукачівський держ. ун-т. - Київ : Кондор, 2012. - 305 с. (3 экз.)

6. Горкавий, В. К. Статистика : [навч. посібник] / В. К. Горкавий. - Вид. 2-ге. - Київ : Алерта, 2012. - 607 с. (3 экз.)

7. Статистика : учебник / И. И. Елисеева и др. ; под ред. И. И. Елисеевой. - Москва : Проспект, 2015. - 444 с. (5 экз.)

17. Информационные ресурсы

1. http://old.exponenta.ru/soft/Statist/Statist.asp
2. http://twt.mpei.ac.ru/math/content.html

18. Программное обеспечение

1. Тестовая оболочка CyberExam (разработана при участии кафедры биофизики, используется для тестового контроля знаний).
2. Пакет программ MS Office (Word, Excel).
3. Программный пакет для статистического анализа Statistica.
4. Прикладное программное обеспечение MathType.

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

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

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

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

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

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

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

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова