

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра теории вероятностей и математической статистики



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

22 апреля 2020 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОЛОГИИ И
ЕСТЕСТВОЗНАНИИ»

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:	Статистика
Образовательная программа:	бакалавриат
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	очная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики
и информационных технологий

 И. А. Моисеенко
«16» апреля 2020 г.

МП

Программа учебной дисциплины «Математические модели в экологии и естествознании» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 280;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль Статистика), разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Разработчик:
Доцент кафедры ТВиМС

 И.Л. Шурко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры ТВиМС.

Протокол № 14 от «2» апреля 2020 г.
Зам. зав. кафедрой

 И.Л. Шурко

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

 Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Математические модели в экологии и естествознании» является вариативной частью профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика» (профиль Статистика).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин:

Культура здоровья, Философия, Дифференциальные уравнения; астрономия, география, биология, физика, химия из курса средней школы,

и формирует основу для освоения дисциплин: «Научный семинар».

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика	
Профиль	Статистика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Профессиональный блок. Вариативная часть(выбор студента)	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 зачёт в 6 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	
Год подготовки	3	
Семестр	6	
Количество часов	108	
- лекционных	17	
- практических, семинарских		
- лабораторных	34	
- самостоятельной работы	57	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	
в т.ч. аудиторных	3	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель – является изучение стандартных математических моделей, возникающих при исследовании процессов различной природы, их классификация, методов анализа, а также приобретение навыков построения математических моделей и применения методов их исследования.

Задачи получение знаний в области математического моделирования процессов и явлений в естествознании, классификации моделей и методов их исследования; приобретение практических навыков в построении и исследовании типовых моделей и исследовании их основных характеристик, в том числе, с помощью программно вычислительных средств;

формирование умений и навыков использования аналитических и численных методов анализа математических моделей.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

а) общекультурных (ОК): способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

б) общепрофессиональных (ОПК):

способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);

способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1);

способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2);

проектная и производственно-технологическая деятельность: способностью работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4);

организационно-управленческая деятельность:

способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы (ПК-9).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать: базовые модели, изучаемые в ходе курса; некоторые методы исследования математических моделей;

уметь: строить элементарные математические модели; качественно исследовать построенные посредством дифференциальных уравнений математические модели;

владеть: техникой математического моделирования.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1.	
Тема 1. Математическое моделирование и его место в современном естествознании.	Определение понятия «модель». Функции моделей при исследовании различных процессов. Виды моделей. Особенности и области применения дифференциальных уравнений в математическом моделировании. Классификация моделей. Пример иерархии моделей движения шарика с пружиной. Вариационные принципы. Применение аналогий в построении моделей. Принцип Гамильтона для модели движения шарика с пружиной.
Тема 2. Математические модели естествознания.	Динамические модели. Универсальность моделей на примерах: закон всемирного тяготения, система Ньютона для задачи двух тел. Вывод законов Кеплера и сохранения энергии, центра масс и кинетического момента. Устойчивость системы по линейному приближению на примере модели Лотки-Вольтерра «хищник-жертва». Модели, полученные на основе фундаментальных законов природы. Совместное применение нескольких фундаментальных законов на примерах закона всемирного тяготения, уравнения Ньютона для задачи двух тел.
Тема 3. Разработка моделирующих алгоритмов.	Этапы построения математической модели. Выбор и обоснование метода решения. Компьютерная реализация математической модели. Инструментальные средства и языки моделирования.
Тема 4. Математическое моделирование вычислительного эксперимента.	Теория вычислительного эксперимента. Оценка погрешности результата, полученного разными способами. Выделение систематической погрешности.
Тема 5. Оценка достоверности результатов моделирования.	Повышение достоверности результатов путем сравнения данных, полученных разными методами. Мера достоверности. Математическая модель ненаблюдаемой погрешности. Определение условной вероятности совпадения погрешностей.

Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		Лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Математическое моделирование и его	14	2		2	10							

место в современном естествознании.												
Тема 2. Математические модели естествознания.	22	4		8	10							
Тема 3. Разработка моделирующих алгоритмов.	28	3		8	17							
Тема 4. Математическое моделирование вычислительного эксперимента.	22	4		8	10							
Тема 5. Оценка достоверности результатов моделирования.	22	4		8	10							
<i>Итого по содержательному модулю 1</i>	108	17		34	57							
<i>Всего по дисциплине</i>	108	17		34	57							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Математическое моделирование и его место в современном естествознании.	2
2	Математические модели естествознания.	4
3	Разработка моделирующих алгоритмов.	3
4	Математическое моделирование вычислительного эксперимента.	4
5	Оценка достоверности результатов моделирования.	4
	ВСЕГО	17

Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Математическое моделирование и его место в современном естествознании.	2
2	Математические модели естествознания.	8
3	Разработка моделирующих алгоритмов.	8
4	Математическое моделирование вычислительного эксперимента.	8
5	Оценка достоверности результатов моделирования.	35
	ВСЕГО	34

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Функции моделей при исследовании различных процессов	2
2	Классификация моделей	2
3	Особенности и области применения дифференциальных уравнений в математическом моделировании	2
4	Виды моделей	2
5	Пример иерархии моделей движения шарика с пружиной	3
6	Устойчивость системы по линейному приближению на примере модели Лотки-Вольтерра «хищник-жертва»	4
7	Вариационные принципы	4
8	Принцип Гамильтона для модели движения шарика с пружиной	4
9	Модели, полученные на основе фундаментальных законов природы	4
10	Этапы построения математической модели. Выбор и обоснование метода решения	4
11	Совместное применение нескольких фундаментальных законов на примерах закона всемирного тяготения, уравнения Ньютона для задачи двух тел.	6
12	Компьютерная реализация математической модели	4
13	Теория вычислительного эксперимента	4
14	Выделение систематической погрешности.	4
15	Инструментальные средства и языки моделирования.	6
16	Мера достоверности	6
	ВСЕГО	57

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация естественных наук.
2. Общенаучные и конкретно – научные методы исследования.
3. Научные революции в 20 веке.
4. Теория познания и современное естествознание.
5. Основные методологические концепции развития современного естествознания.
6. Перспективы естественнонаучного развития.
7. Экологическое значение естествознания.
8. Современные проблемы квантовой механики.
9. Человек как объект естествознания и обществознания.
10. Основные проблемы кибернетики.
11. Основные проблемы экологии и роль среды для жизни.
12. Соотношение глобальной экологии, социальной экологии, экологии человека.
13. Закономерности развития экологической системы.
14. Глобальная динамическая модель Форрестера.

15. Глобальная модель биосферы.
16. Проблема охраны водных ресурсов.
17. Модель динамики населения в двух возрастных группах.
18. Модель динамики населения в зависимости от возраста.
19. Учет половых различий при моделировании динамики численности популяции.
20. Классификация взаимодействий двух видов между собой.
21. Модель взаимоотношений типа хищник-жертва.
22. Модель конкуренции между видами.
23. Виды, оспаривающие одну пищу.
24. Виды, пожирающие друг друга.
25. Динамика системы ресурс-потребитель.
26. Случаи истребления видов.
27. Теплокровные хищники.
28. Модель взаимоотношения паразит-хозяин.
29. Учет миграционных процессов.
30. Моделирование отлова.
31. Математическое моделирование динамики инфекционных заболеваний.
32. Модель загрязнения воды органическими отходами.
33. Динамика популяций в сложной трофической среде.
34. Моделирование биологических популяций с учетом свойств отдельной особи.
35. Вероятностные модели популяций.
36. Дискретно-непрерывная модель динамики численности другой популяции.
37. Модель экосистемы «Ресурс-потребитель»
38. Биологическая математика.
39. Математические модели реального мира.
40. Математические модели в генетике.

8. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**
 Профиль: **Статистика**
 Программа подготовки: **бакалавриат**
 Семестр: **6**
 Учебная дисциплина: **Математические модели в экологии и естествознании**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Два цементных завода поставляют продукцию трем домостроительным комбинатам. Суточные объемы производства цемента на заводах, потребности комбинатов и стоимость перевозки цемента представлены в таблице:

Заводы	Производство цемента (т)	Стоимость перевозки одной тонны (р.)		
		Комб. 1	Комб. 2	Комб. 3
1	40	100	150	250
2	60	200	300	300
	Потребность в цементе	50	20	30

Составить матрицу транспортных издержек, начальные значения x , целевую функцию $f(x)$, написать вывод.

2. Человек как объект естествознания и обществознания.

Утверждено на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики, протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	30
2	20
<i>Всего</i>	<i>50 баллов</i>

9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Не предусмотрено

10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

В течение семестра обучающийся может заработать баллы за следующие виды деятельности: индивидуальное задание (домашние работы), рефераты (максимум 50 баллов), модульные контрольные работы по теории (максимум 50 баллов), активность на занятиях (бонусные баллы).

Зачётная работа оценивается после защиты максимум в 100 баллов. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на зачёте и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ.

Шкала оценивания: национальная и ECTS

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале
		для экзамена
90 – 100	A	5 (отлично)
80-89	B	4 (хорошо)
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	3 (удовлетворительно)
35-59	FX	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи
0-34	F	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Беспалова, С. В. Математические модели биологического процесса : Учеб.-метод. пособие для студентов биофиз. спец. ун-та / С. В. Беспалова, А. А. Гусев ; Донец. гос. ун-т. - Донецк : ДонГУ, 2000.- 150 с.	19	+
2.	Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие для студентов втузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - 3 изд. - Москва : ACADEMIA, 2003. - 427,[1] с.	10	+
3.	Гихман, И. И. Теория вероятностей и математическая статистика : [учебник для мат. специальностей ун-тов и техн. вузов] / И. И. Гихман и др. - 2-е изд. - Киев : Выща шк., 1988. - 438,[1] с	2	+
4.	Пугачев, В. С. Теория стохастических систем : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающ. по спец. "Прикладная математика" / В. С. Пугачев, И. Н. Сеницын. - М. : Логос, 2000. - 1000 с.	2	+
<i>Дополнительная литература</i>			
5.	Гихман, И. И. Теория мартигалов и ее применения : (учеб. пособие) / И. И. Гихман Донец. гос. ун-т, Ин-т прикл. математики и механики АН УССР. - Донецк, 1973. - 119 с.	-	-
6.	Шуленин В. П. Математическая статистика. Ч. 2. Непараметрическая статистика: учебник / В. П. Шуленин. – Томск: Изд-во НТЛ, 2012. – 388 с.	-	-
7.	Розанов, Ю. А. Стационарные случайные процессы Ю. А. Розанов. - изд. 2-е. - М. : Наука, 1990. - 271с.	3	+
8.	Скороход, А. В. Вероятность вокруг нас / А. В. Скороход ; Отв. ред. И. И.	1	-

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. www.donnu.ru – ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
2. www.newlibrary.ru - новая электронная библиотека;
3. www.edu.ru – федеральный портал российского образования;

4. www.mathnet.ru – общероссийский математический портал;
5. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
6. www.nehudlit.ru - электронная библиотека учебных материалов

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой
