

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«21» апреля 2021 г.

МП



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАУКАХ»**

практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	<u>01.03.01 Математика</u>
Профиль подготовки:	<u>Математика</u>
Образовательная программа:	<u>Бакалавриат</u>
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u>

Донецк 2021

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики и
информационных технологий

Моисеенко И.А.



Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели в естественных науках» составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 8; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.03.01 Математика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры математического анализа
и дифференциальных уравнений, к.ф.-м.н.

 А.Ю. Иванов

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений

Протокол № 9 от «23» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

 В. В. Волчков

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии
факультета математики и информационных технологий

 Л. И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Математические модели в естественных науках» является практико-ориентированной дисциплиной и относится к вариативной части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами* – математический анализ, алгебра, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, вариационное исчисление и методы оптимизации. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Математические модели в естественных науках» являются основой для изучения *последующих* дисциплин: специальные курсы; используются при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.03.01 Математика	
Профиль	Математика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей и тем	1(2)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, зачет в 8-м семестре	
Год подготовки	4	
Семестр	8	
Количество зачетных единиц	2	
Количество часов всего	72	
в т.ч.:		
- лекционных	10	
- практических или семинарских	20	
- лабораторных	-	
- самостоятельной работы	42	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов	7	
в т. ч.: - аудиторных	3	
- самостоятельной работы студента	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Математические модели в естественных науках» – формирование у студентов представления о главных типах экстремальных задач, методах построения их математических моделей, а также основных методах их решения. Развитие у студентов логического мышления, математической интуиции и культуры.

Задачи: научить студентов строить математические модели экстремальных задач, точно типизировать их, решать поставленные задачи и делать адекватные выводы из результатов полученных при разрешении соответствующей математической модели.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Математические модели в естественных науках» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по

направлению подготовки 01.03.01 Математика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика»:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):	
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК-4	Способен разрабатывать автоматизированные системы управления производством
ПК-5	Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1_И-1. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Знает основные методы нелинейного программирования
		Знает основные методы линейного программирования
		Умеет применять методы нелинейного программирования
		Умеет применять методы линейного программирования
ОПК-2. Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2_И-1 Использует методы построения и анализа математических моделей в задачах естествознания, технике, экономике и управлении	Знает основные типы математических моделей естественно научных процессов
		Знает постановки задачи линейного программирования с подтипами
		Владеет навыками построения математических моделей задач в естественных и общественных науках
		Умеет определять конкретный метод решения экстремальной задачи и корректно применять его

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен разрабатывать автоматизированные системы управления производством (профстандарт 40.057 «Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием». ОТФ С.6)	ПК-4__И-1. Применяет методы анализа научно-технической информации	Знает основные определения и понятия выпуклого анализа
		Знает основные методы математического программирования
		Умеет решать экстремальные задачи методами математического программирования
		Умеет определять конкретный метод решения экстремальной задачи и корректно применять его
ПК-5. Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний	ПК-5__И-1. Разрабатывает, обосновывает и анализирует математические модели	Знает основные определения и понятия выпуклого анализа
		Знает основные классы экстремальных задач
		Умеет анализировать построенное решение и верно интерпретировать полученные результаты
		Умеет строить математические модели производственных, технических, экономических задач, математическая модель которых является экстремальной задачей определенного класса

4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математические модели в естественных науках» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и практических занятий используются раздаточные материалы, специальное оборудование.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение. В учебном процессе используются интернет-ресурсы по данному курсу; самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к практическим занятиям, подготовку конспектов по отдельным вопросам изучаемых тем, изучение учебной и методической литературы.

Тематический план дисциплины «Математические модели в естественных науках»

Темы	Вопросы темы
Содержательный модуль 1.	
1. Методы нелинейного программирования *	1.1. Нелинейное программирование. 1.2. Градиентный метод

	1.3. Выпуклое программирование. 1.4. Теорема Куна-Кураша-Таккера. 1.5. Метод штрафных функций**.
2. . Задачи линейного программирования *	2.1. Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП) 2.2. Канонический вид ЗЛП. 2.3. Графический метод решения ЗЛП 2.4. Метод искусственного базиса решения ЗЛП 2.5. Двойственные задачи линейного программирования 2.6. Транспортная задача

* – практико-ориентированные темы.

** – вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

Структура дисциплины «Математические модели в естественных науках» по видам учебной деятельности

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов							
	Очная форма обучения				Заочная форма обучения			
	Всего	В т.ч.			Всего	В т.ч.		
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа		Лекции	Практические	Самостоятельная работа
Содержательный модуль 1.								
1. Методы нелинейного программирования *	36	4	10	22				
2.Задачи линейного программирования *	36	6	10	20				
Итого по содержательному модулю 1	72	10	20	42				
Всего часов	72	10	20	42				

5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Задачи математического программирования в общей форме.	2	
2	Задачи выпуклого программирования. Теорема ККТ.	2	
3	Задачи линейного программирования	2	
4	Симплекс метод решения ЗЛП. Двойственные задачи.	2	
5	Транспортная задача.	2	
Всего		10	

Тексты лекций приведены в материалах дистанционного курса на платформе Moodle университета: *Математические модели в естественных науках 01.03.01*

<http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=616>

Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Задачи математического программирования в общей форме	2	
2	Многомерная безусловная оптимизация	2	
3	Задачи выпуклого программирования.	2	
4	Теорема ККТ	2	
5	ЗЛП	2	
6	Решение ЗЛП при помощи симплекс метода	2	
7	Метод искусственного базиса	2	
8	Двойственные задачи линейного программирования	2	
9	Транспортная задача	2	
10	Решение транспортной задачи в открытой форме	2	
Всего		20	

Планы (практических, семинарских) занятий с указанием рассматриваемых вопросов и выполняемых заданий приведены в материалах дистанционного курса на платформе Moodle университета: *Математические модели в естественных науках 01.03.01*

<http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=616>

6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Задачи математического программирования в общей форме. Метод штрафных функций.	8	
2	Задачи выпуклого программирования. Теорема ККТ	8	
3	Решение ЗЛП при помощи симплекс метода	10	
4	Двойственные задачи линейного программирования	8	
5	Решение транспортной задачи	8	
Всего		42	

Содержание самостоятельной (в т.ч. индивидуальной) работы по темам и методические рекомендации по ее выполнению приведены в материалах дистанционного курса на платформе Moodle университета: *Математические модели в естественных науках 01.03.01*

<http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=616>

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Содержательный модуль 1

1. Задачи математического программирования в общей форме
2. Функция Лагранжа, критерий Сильвестра

3. Выпуклые множества и их свойства, выпуклые функции и их свойства, неравенства Йенсена
4. Теорема Кураша-Куна-Таккера
5. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения
6. Постановка задачи линейного программирования. Приведение к каноническому виду
7. Свойства планов ЗЛП. Доказательство свойства о выпуклости множества планов
8. Свойства планов ЗЛП. Доказательство свойства о существовании крайней точки множества планов являющейся оптимальным планом
9. Свойства планов ЗЛП. Доказательство свойства, устанавливающего соответствие между опорным планом и крайней точкой множества планов
10. Теорема о возможном улучшении плана задачи линейного программирования
11. Теорема об оптимальности плана задачи линейного программирования
12. Метод искусственного базиса
13. Двойственные задачи линейного программирования. Теорема двойственности

8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Профиль: Математика

Очная форма обучения. Семестр: *Восьмой*

Учебная дисциплина: *Математические модели в естественных науках*

Модульная контрольная работа

Вариант № n

1) Постройте математическую модель следующей задачи.

Известно, что Луганск разделен на 10 логистически выделенных района так как это показано на картинке ниже.



Сеть развлекательных центров «Скрам» провела маркетинговую компанию в рамках которой пообещало потенциальным посетителям, что один из развлекательных центров сети будет в шаговой доступности от дома каждого жителя Луганска*

*—под шаговой доступностью сеть «Скрам» понимает, что хотя бы один развлекательный центр будет не далее чем в

соседнем районе относительно каждого жителя города.

С целью минимизации расходов компании «Скрам» необходимо указать в каких районах следует разместить развлекательные центры так чтобы данные обещания компании не оказались ложными.

2) Решите задачу. На приобретение оборудования для нового производственного участка общей площадью 334м² предприятие обладает необходимым количеством денежных средств. Предприятие может заказать оборудование двух видов: машины первого типа стоимостью 10000 руб., требующие производительную площадь 6м² (с учетом проходов), производящие 4000 единиц продукции за смену, и машины второго типа стоимостью 12000 руб., занимающие 10 м² площади, производящие 5000 единиц продукции за смену. Общая производительность данного производственного участка должна быть не менее 221000 единиц продукции за смену. Установить план закупок оборудования минимизирующий общие затраты предприятия.

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
1	15
2	10
Всего	25

10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа оценивается в 20 баллов. Во время самостоятельной работы студенты готовятся к занятиям: прорабатывают теоретический материал, выполняют практические задания. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

Оценивание СРС и ИРС по дисциплине «Математические модели в естественных науках»

Названия содержательных модулей и тем	СРС	ИРС
Содержательный модуль 1.		
1. Методы нелинейного программирования *	10	-
2. Задачи линейного программирования *	10	-
Итого по 1-му содержательному модулю	20	-
Всего баллов	20	-

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

В течение семестра проводится две контрольные работы по проверке навыков решения примеров и задач. Первая – в середине семестра, вторая – в конце. Каждая контрольная оценивается исходя из максимальных 20 баллов. Оценивается правильность и полнота решения примеров и задач. Модульный контроль проводится в два этапа — первая по составлению математических моделей к текстовым задачам и решению их и оценивается исходя из максимальных 25 баллов, вторая по теоретическим вопросам к промежуточной аттестации в конце семестра и оценивается исходя из максимальных 15 баллов. Оценивается полнота раскрытия теоретических вопросов. Также, проводится оценивание выполнения самостоятельной работы оцениваемое исходя из максимальных 20 баллов.

Оценка за семестр вычисляется как сумма баллов полученных за семестр и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ.

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Контрольные работы по практике 1	20
	Контрольные работы по практике 2	20
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	40
	Итого	100
Общий итог		100

Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	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 аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонНУ (пр.Гурова 6). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса ДонНУ (ауд.505).

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Математические модели в естественных науках», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования также осуществляется текущий контроль знаний студентов на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Ляшенко И.Н. и др. Линейное и нелинейное программирование – Киев: Вища школа, 1975 — 371 с.	15+2+2	-
2.	Ашманов, С. А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях / С. А. Ашманов, А. В. Тимохов. - М. : Наука, 1991. - 446 с.	2+2+2	-
3.	Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах.- М.: Высшая школа, 1986. – 320 с.	82+1+1	

4.	Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. -М.: Высшая школа, 1975 – 270 с.	10	
<i>Дополнительная литература</i>			
5.	Данциг Д. Линейное программирование, его обобщения и приложение. – М.: Прогресс, 1966.	-	+
6.	Гасс С. Линейное программирование.- М.: Физматгиз, 1961.–304 с.	1+1	-

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Конспект лекций, тексты индивидуальных заданий, книги и методические указания в электронном виде находятся по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/0Bz84M0CUwqC8OVA0cE5PN00xMEE>

15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL для свободного программного обеспечения: Антивирус Касперского, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Paint.NET.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений без изменений на 2022 год. Протокол заседания кафедры № 10 от 22.04.2022 г.

Зав. кафедрой


подпись

Вит. В. Волчков
ФИО

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры _____ без изменений на 202__ год. Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 202__ г.

Зав. кафедрой

подпись

ФИО