

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент образования, научно-технологической политики и  
рыбохозяйственного комплекса  
**Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова филиал  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ИМФ  
А.В. Федорян \_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины	<b>ФТД.01</b>	<b>Системный анализ в водопользовании</b>
Направление(я)	<b>20.04.02</b>	<b>Природообустройство и водопользование</b>
Направленность (и)		<b>Водоснабжение и водоотведение</b>
Квалификация		<b>магистр</b>
Форма обучения		<b>очная</b>
Факультет		<b>Инженерно-мелиоративный факультет</b>
Кафедра		<b>Водоснабжение и использование водных ресурсов</b>
Учебный план		<b>2021_20.04.02viv.plx.plx 20.04.02 Природообустройство и водопользование</b>
ФГОС ВО (3++) направления		<b>Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование (приказ Минобрнауки России от 26.05.2020 г. № 686)</b>
Общая трудоемкость		<b>72 / 2 ЗЕТ</b>
Разработчик (и):		<b>канд. техн. наук, доц., Барышникова Е.В.</b> _____
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры		<b>Водоснабжение и использование водных ресурсов</b>
Заведующий кафедрой		<b>Гурин К.Г.</b> _____
Дата утверждения уч. советом от 27.08.2021 протокол № 11.		

**1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ**

Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану	72
в том числе:	
аудиторные занятия	28
самостоятельная работа	44

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	Неделя		Итого	
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
	17 1/6			
Лекции	14	14	14	14
Практические	14	14	14	14
Итого ауд.	28	28	28	28
Контактная работа	28	28	28	28
Сам. работа	44	44	44	44
Итого	72	72	72	72

Виды контроля в семестрах:

Зачет	1	семестр
-------	---	---------

**2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

2.1	Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, предусмотренных учебным планом, в части системного анализа в водопользовании.
-----	--

**3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	ФТД
<b>3.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
<b>3.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
3.2.1	Гидроинформатика
3.2.2	Межкультурные коммуникации и саморазвитие
3.2.3	Методология научных исследований
3.2.4	Основы теории эксперимента
3.2.5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
3.2.6	Учебная ознакомительная практика
3.2.7	Научно-практические проблемы экономики водного хозяйства
3.2.8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
3.2.9	Производственная практика - научно-исследовательская работа (НИР)
3.2.10	Производственная преддипломная практика

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>ОПК-1 : Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и принимать решения при управлении процессами в области природообустройства и водопользования;</b>
ОПК-1.1 : Знает методы принятия решений, качественной и количественной оценки результатов деятельности
ОПК-1.2 : Умеет применять в практической деятельности в области природообустройства и водопользования методы принятия решений, качественной и количественной оценки результатов деятельности для выработки стратегии действий в проблемных ситуациях
ОПК-1.3 : Владеет навыками ориентирования в проблемных ситуациях и принятия решений в области природообустройства и водопользования
<b>ОПК-2 : Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования;</b>
ОПК-2.1 : Знает современные информационные технологии, анализа и оптимизации при решении научных и практических задач
ОПК-2.2 : Умеет применять в практической деятельности знание методов современных информационных технологий, анализа и оптимизации при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования
ОПК-2.3 : Владеет навыками применения современных информационных технологий при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования
<b>ПК-6 : Способен проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства и водопользования</b>
ПК-6.1 : Знает основные методы изучения сложных систем в области природообустройства и водопользования
ПК-6.2 : Умеет применять основные идеи и методы планирования эксперимента
ПК-6.3 : Владеет навыками построения математических моделей и идентификации их параметров, постановки и проведения экспериментов, сбора, обработки и анализа результатов экспериментов
<b>УК-1 : Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>
УК-1.1 : Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-1.2 : Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-1.3 : Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения

УК-1.4 : Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности

### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Интеракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия системного анализа</b>						
1.1	Основные понятия системного анализа. Система и её свойства. Понятие, задачи и этапы системного подхода. Системный анализ: понятие, цели, объект исследования, достоинства и недостатки. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6 Э7 Э8 Э10 Э11	0	ПК1
1.2	Подготовка к тестированию. Решение задач. Работа с электронной библиотекой (подготовка к коллоквиуму (ПК1), практическим занятиям). /Ср/	1	7	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э6 Э7 Э9 Э10 Э11 Э12	0	ПК1
	<b>Раздел 2. Математические модели в системном анализе</b>						
2.1	Математические модели в системном анализе. Роль моделей в системном анализе. Оптимизационные, имитационные модели и их виды. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э5 Э7 Э8	0	ПК1
2.2	Постановка задачи линейного программирования, формы её записи. Графический метод решения задачи линейного программирования. /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э8 Э10 Э11 Э12	0	ТК1
2.3	Симплексный метод решения ЗЛП в табличной форме. /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э7 Э8 Э10	0	ТК2
2.4	Подготовка к тестированию. Решение задач. Выполнение заданий ИДЗ №1,2,3 с использованием EXCEL. Работа с электронной библиотекой (подготовка к коллоквиуму (ПК1), практическим занятиям). /Ср/	1	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э8 Э9 Э11 Э12	0	ТК1,ТК2

	<b>Раздел 3. Задачи линейного программирования и методы их решения</b>						
3.1	Основы линейного программирования, постановка задачи. Различные формы математической записи ЗЛП (общая, каноническая, симметричная). Преобразование одной записи в другую. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	ПК1
3.2	Решение задач линейного программирования с помощью надстройки «Поиск решения» в среде EXCEL. /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э4 Э5 Э10 Э12	0	ТК2
3.3	Задачи линейного программирования и методы их решения. Графический метод решения задачи линейного программирования (ЗЛП). Основные понятия симплекс-метода. Алгоритм симплекс-метода с естественным базисом. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Симплекс-метод с искусственным базисом (М-метод). /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1Л2.2 Э1 Э8 Э10	0	ПК1
3.4	Двойственные задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация двойственной задачи с помощью отчёта по устойчивости, полученного в среде EXCEL. /Пр/	1	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.2Л2.4Л3.1 Л3.2 Э8 Э10 Э12	0	ТК2
3.5	Теория двойственности в линейном программировании. Двойственность в анализе оптимального решения ЗЛП. Правила построения двойственных задач. Основные теоремы двойственности. Свойства двойственных оценок в пределах их устойчивости. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э4 Э5	0	ПК1
3.6	Решение транспортной задачи: составление первоначального опорного плана методами северо-западного угла и наименьшей стоимости. Получение оптимального плана в среде EXCEL. /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э8 Э10 Э11 Э12	0	ТК3

3.7	Транспортная задача. Постановка транспортной задачи и её виды. Решение транспортной задачи: нахождение первоначального опорного плана; проверка решения на оптимальность методом потенциалов; переход от одного опорного плана к другому. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	ПК1
3.8	Подготовка к тестированию. Решение задач. Выполнение заданий ИДЗ №1,2,3 с использованием EXCEL. Работа с электронной библиотекой (подготовка к коллоквиуму (ПК1), практическим занятиям). /Ср/	1	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	0	ТК2,ТК3
<b>Раздел 4. Нелинейное программирование и его методы</b>							
4.1	Нелинейное программирование. Нелинейное программирование и его методы. Классические методы оптимизации. /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э5 Э7 Э9 Э10 Э11	0	ПК1
4.2	Решение задач нелинейной оптимизации. /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.2Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э10 Э11 Э12	0	ТК3
4.3	Подготовка к тестированию. Решение задач. Выполнение заданий ИДЗ №1,2,3 с использованием EXCEL. Работа с электронной библиотекой (подготовка к коллоквиуму (ПК1), практическим занятиям). /Ср/	1	7	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э10 Э11	0	ПК1, ТК3
4.4	Подготовка к итоговому контролю (зачет) /Зачёт/	1	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э8 Э10 Э11	0	ИК

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

#### 1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Индивидуальное домашних заданий (ИДЗ1)-ТК1

по теме: «Общая задача линейного программирования (ЗЛП). Составление моделей ЗЛП. Формы записей ЗЛП. Графический метод решения ЗЛП»

1. Составить экономико-математическую модель ЗЛП.

Требуется составить диету, содержащую по крайней мере, 20 ед. белков, 30 ед. углеводов, 10 ед. жиров и 40 ед. витаминов. Как дешевле всего составить диету из 5 имеющихся продуктов: хлеба, сои, сушеной рыбы, фруктов, молока? В таблице указаны цены продуктов за 1 кг (или литр) в денежных единицах и содержание в продуктах компонентов диеты в условных единицах.

2. Привести к канонической форме ЗЛП:

3. Решить ЗЛП графическим методом

Индивидуальное домашнее задание (ИД32)-ТК2

по теме: «Решение задач линейного программирования с использованием Microsoft Excel»

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение навыков решения задач линейного программирования в табличном редакторе Microsoft Excel.

- 1) В соответствии с номером своего варианта из ИД31 решить задачу 1 симплекс – методом с помощью надстройки ПОИСК РЕШЕНИЯ в среде EXCEL. Сохранить полученные результаты для дальнейшего анализа;
- 2) Сформулировать экономико-математическую модель двойственной задачи;
- 3) Используя протоколы «Поиска решения», выполнить анализ полученного оптимального решения исходной задачи (Приложение)

#### ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ Microsoft Excel ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Для того чтобы решить задачу линейного программирования в табличном редакторе Microsoft Excel, необходимо выполнить следующие действия.

1. Ввести условие задачи:
  - a) создать экранную форму для ввода условия задачи: переменных, целевой функции (ЦФ), ограничений
  - b) ввести исходные данные в экранную форму, коэффициенты ЦФ, коэффициенты при переменных в ограничениях, правые части ограничений;
  - c) ввести зависимости из математической модели в экранную форму, формулу для расчета ЦФ, формулы для расчета значений левых частей ограничений;
  - d) задать ЦФ (в окне "Поиск решения"), целевую ячейку, направление оптимизации ЦФ;
  - e) ввести ограничения (в окне "Поиск решения"), ячейки со значениями переменных, соотношения между правыми и левыми частями ограничений.
2. Запустить задачу на решение.

Индивидуальное домашнее задание (ИД33)-ТК3

по теме: «Решение транспортной задачи с использованием Microsoft Excel»

Для транспортной задачи по варианту из индивидуального домашнего задания (Приложение 2) необходимо:

- 1) на отдельном листе составить первоначальный опорный план и найти значение ЦФ для него по методу: северо-западного угла; наименьшей стоимости. Сравнить значения ЦФ;
- 2) реализовать ТЗ в среде Excel, используя рекомендации (Приложение 1). Представить результат в распечатанном виде.

Решение транспортной задачи с помощью средства Excel. Поиск решения.

Исходные данные транспортной задачи приводятся в виде таблицы, в которой заданы удельные транспортные затраты на перевозку единицы груза  $c_{ij}$ , указаны мощности поставщиков  $a_i$  и мощности потребителей  $b_j$

Решить транспортную задачу – значит найти оптимальный план поставок груза от поставщиков к потребителям при минимальных суммарных транспортных издержках.

Пример 1. Задача организации оптимального снабжения.

Три фермерских хозяйства ежедневно могут доставлять в город соответственно 60, 60 и 50 ц молока для обеспечения пяти торговых точек. Стоимость перевозки 1 ц молока и потребности торговых точек в молоке указаны в табл. 1

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ» (ИК)

Тема 1. Основные понятия системного анализа.

1. Дайте определения системы, элемента системы, подсистемы, иерархической структуры системы.
2. Понятие, задачи и этапы системного подхода.
3. Системный анализ: понятие, цели, объект исследования
4. Отличия системного анализа от других методов. Достоинства и недостатки системного анализа.

5. Перечислите, при решении каких проблем применяется системный анализ. Чем отличаются друг от друга структурированные, неструктурированные и слабо структурированные проблемы?

6. Основные этапы системного подхода к задаче управления ВХС.

7. Роль моделей в системном анализе ВХС. Понятия оптимизационных моделей, достоинства и недостатки оптимизационного моделирования.

8. Имитационное моделирование, его отличия от оптимизационного моделирования.

9. Классификация оптимизационных и имитационных моделей.

Тема 2. Линейное программирование

1. Предмет и задачи математического и линейного программирования (ЛП).

2. Постановка задачи об оптимальном использовании ресурсов и её экономико-математическая модель.

3. Постановка общей задачи математического программирования.

4. Задача линейного программирования и различные формы её математической записи: общая, каноническая, симметричная, векторная.

5. Преобразование общей или симметричной записей задачи ЛП в каноническую форму. Экономический смысл дополнительных переменных.

6. Понятие допустимого решения (плана) задачи ЛП, области допустимых решений (ОДР), оптимального плана.

7. Геометрическая интерпретация целевой функции и ограничений задачи линейного программирования. Геометрическая формулировка задачи линейного программирования.

8. Графический метод решения задачи линейного программирования с

двумя переменными. Возможные случаи при поиске оптимального решения ЗЛП (Представьте эти случаи графически).

9. Определения базисных и свободных переменных при решении системы уравнений; базисных и опорных решений.

10. Основная теорема линейного программирования. Принципиальная схема решения задачи линейного программирования, вытекающая из этой теоремы. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.

11. Алгоритм симплекс-метода с естественным базисом:

a) Как записывается первоначальный опорный план?

b) Сформулируйте признак оптимальности опорного плана.

c) Когда целевая функция ЗЛП неограниченна?

d) Как определить, какой из векторов симплекс-таблицы вводится в базис, а какой выводится из него?

e) В каком случае оптимальный план может быть не единственным?

f) Как пересчитываются элементы симплекс-таблицы при переходе от одного опорного плана к другому?

12. Симплекс-метод с искусственным базисом (М-метод).

Тема 3. Теория двойственности в линейном программировании

1. Понятие двойственности в линейном программировании.

2. Экономические примеры двойственных задач: задача об оптимальном планировании производства и задача об оценках на используемые в производстве ресурсы. Двойственные оценки.

3. Запишите математические модели пары двойственных задач ЛП.

4. Сформулируйте правила построения двойственной задачи к исходной задаче ЛП.

5. Сформулируйте первую теорему двойственности и дайте её экономическую интерпретацию. Прикладные аспекты теоремы: нахождение оптимального плана двойственной задачи по решению прямой задачи.

6. Сформулируйте вторую теорему двойственности и дайте её экономическую интерпретацию.

7. Перечислите свойства двойственных оценок. В чем заключается их экономический смысл?

Тема 4. Транспортная задача

1. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости и её экономико-математическая модель.

2. Особенности модели транспортной задачи как задачи линейного программирования.

3. Транспортная задача с открытой и закрытой моделью.

4. Преобразование открытой транспортной задачи в закрытую.

5. Условие разрешимости транспортной задачи.

6. Условие целочисленности оптимального плана транспортной задачи.

7. Теорема о ранге матрицы системы ограничительных уравнений транспортной задачи и её прикладное значение. Количество «загруженных» клеток в транспортной таблице и проблемы, возникающие в связи с этим в вырожденных задачах.

8. Циклы в транспортной таблице и их свойства.

9. Циклы свободных клеток транспортной таблицы, когда в ней содержится опорный план.

10. Способ северо-западного угла построения начального опорного плана транспортной задачи.

11. Построение начального опорного плана транспортной задачи способом наименьшего тарифа.

13. Процедура преобразования опорного плана транспортной задачи в новый опорный план и проблемы, возникающие в связи с этим в вырожденных задачах.

14. Оценка (характеристика) свободной клетки транспортной таблицы и ее экономический смысл.

15. Признак оптимальности опорного плана транспортной задачи. Не-единственность оптимального опорного плана (альтернативный оптимум).

16. Потенциалы поставщиков и потребителей. Система уравнений для определения потенциалов.

17. Экономический смысл потенциалов.

18. Связь между оценками свободных клеток и потенциалами.

19. Алгоритм метода потенциалов.

Тема 5. Элементы нелинейного программирования

1. Постановка задачи нелинейного программирования. Трудности в разработке общих методов решения. Обзор некоторых классов задач нелинейного программирования.

2. Понятие выпуклой и вогнутой функции. Понятие о локальном и глобальном экстремумах. Графический метод решения задач НЛП.

3. Метод множителей Лагранжа решения задач НЛП.

## 6.2. Темы письменных работ

## 6.3. Фонд оценочных средств

### 1. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

В соответствии с созданной в НИМИ ДГАУ балльно-рейтинговой системой оценки знаний студентов очной формы, для дисциплины разработан комплекс текущих и промежуточных контролей знаний с итоговой оценкой знаний по дисциплине исходя из 100-балльной системы, которая затем переводится в оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено» и «не зачтено».

Уровень сформированности компетенций в рамках изучаемой дисциплины у студентов заочной формы обучения оценивается по пятибалльной шкале, оценками - "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно".

Высокий уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине "отлично" или "зачтено" (90-100 баллов): глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Повышенный уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине "хорошо" или "зачтено" (75-89 баллов): твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Пороговый уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине "удовлетворительно" или "зачтено" (60-74 баллов):

имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Пороговый уровень освоения компетенций не сформирован, итоговая оценка по дисциплине "неудовлетворительно" или "незачтено" (менее 60 баллов):

не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Общий порядок проведения процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, соответствие индикаторам достижения сформированности компетенций определен в следующих локальных нормативных актах:

1. Положение о текущей аттестации знаний обучающихся в НИМИ ДГАУ (в действующей редакции).

2. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (в действующей редакции). Документы размещены в свободном доступе на официальном сайте НИМИ ДонГАУ <https://ngma.su/> в разделе: Главная страница/Сведения об образовательной организации/Локальные нормативные акты.

## 6.4. Перечень видов оценочных средств

### 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

- тесты или билеты для проведения промежуточного контроля (ПК). Хранятся в бумажном виде на соответствующей кафедре;
- разделы индивидуальных заданий (письменных работ) обучающихся;
- доклады, сообщения по теме практического занятия;

**2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

- комплект билетов для экзамена/зачета. Хранится в бумажном виде на соответствующей кафедре. Подлежит ежегодному обновлению и переутверждению. Число вариантов билетов в комплекте не менее числа студентов на экзамене/зачете.

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Алексеев В. П., Озёркин Д. В.	Системный анализ и методы научно-технического творчества: учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015
Л1.2	Клименко И. С.	Теория систем и системный анализ: учебное пособие	Сочи: РосНОУ, 2018

**7.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рогозина Ю.С.	Методы системного анализа в водопользовании: курс лекций для бакалавров направления "Природообустройство и водопользование"	Новочеркасск, 2016
Л2.2	Рогозина Ю.С.	Методы системного анализа в водопользовании: курс лекций для магистров направления "Строительство"	Новочеркасск, 2016
Л2.3	Рогозина Ю.С.	Методы системного анализа в водопользовании: курс лекций для магистров направления "Строительство"	Новочеркасск, 2016
Л2.4	Рогозина Ю.С.	Методы системного анализа в водопользовании: курс лекций для бакалавров направления "Природообустройство и водопользование"	Новочеркасск, 2016

**7.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ, каф. исп. водных ресурсов, гидравлики и математики ; сост. Ю.С. Рогозина	Методы системного анализа в водопользовании: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для бакалавров направления "Природообустройство и водопользование"	Новочеркасск, 2016
Л3.2	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ, каф. исп. водных ресурсов, гидравлики и математики ; сост. Ю.С. Рогозина	Системный анализ в водопользовании: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для магистров направления "Строительство"	Новочеркасск, 2016

**7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

7.2.1	Официальный сайт НИМИ с доступом в электронную библиотеку	<a href="http://www.ngma.su">www.ngma.su</a>
7.2.2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам Раздел - Математика и естественно-научное образование	<a href="http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74&amp;p_page=2">http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74&amp;p_page=2</a>
7.2.3	Российская государственная библиотека (фонд электронных документов)	<a href="https://www.rsl.ru/">https://www.rsl.ru/</a>
7.2.4	Бесплатная библиотека ГОСТов и стандартов России	<a href="http://www.tehlit.ru/index.htm">http://www.tehlit.ru/index.htm</a>
7.2.5	Портал учебников и диссертаций	<a href="https://scicenter.online/">https://scicenter.online/</a>
7.2.6	Университетская информационная система Россия (УИС Россия)	<a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>
7.2.7	Электронная библиотека "научное наследие России"	<a href="http://e-heritage.ru/index.html">http://e-heritage.ru/index.html</a>
7.2.8	Электронная библиотека учебников	<a href="http://studentam.net/">http://studentam.net/</a>
7.2.9	Справочная система «Консультант плюс»	Соглашение OVS для решений ES #V2162234
7.2.10	Справочная система «e-library»	Лицензионный договор SCIENCEINDEX№SIO-13947/34486/2016 от 03.03.2016 г

7.2.11	Общероссийский математический портал (информационная система)	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
7.2.12	Mathcad-справочник по высшей математике	<a href="http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp">http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp</a>
<b>7.3 Перечень программного обеспечения</b>		
7.3.1	Microsoft. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise (MS Windows XP,7,8, 8.1, 10; MS Office professional; MS Windows Serverl)	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.2	Dr.Web®DesktopSecuritySuiteАнтивирус К3+ ЦУ	Государственный (муниципальный) контракт № РЦА06150002 от 15.06.2021 г. на передачу неисключительных прав на использование программ для ЭВМ ООО «АЙТИ ЦЕНТ»
7.3.3	AdobeAcrobatReader DC	Лицензионный договор на программное обеспечение для персональных компьютеров Platform Clients_PC_WWEULA-ru_RU-20150407_1357 AdobeSystemsIncorporated (бессрочно).
7.3.4	Opera	
7.3.5	Googl Chrome	
7.3.6	Yandex browser	
7.3.7	7-Zip	
7.3.8	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия);Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»	Лицензионный договор № 3343 от 29.01.2021 г. АО «Антиплагиат»
7.3.9	MS Windows XP,7,8, 8.1, 10;	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.10	MS Office professional;	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.11	Microsoft Teams	Предоставляется бесплатно
<b>7.4 Перечень информационных справочных систем</b>		
7.4.1	Базы данных ООО "Гросс Систем.Информация и решения"	<a href="http://www.гроссинфо.рф">http://www.гроссинфо.рф</a>
7.4.2	Базы данных ООО "Региональный информационный индекс цитирования"	
7.4.3	Базы данных ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)	<a href="https://www.consultant.ru">https://www.consultant.ru</a>
7.4.4	Базы данных ООО Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
8.1	2401	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук RUintro – 1 шт., проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Компьютеры: Flex и др. - 10 шт.; Монитор 17" ЖК VS - 9 шт.; Монитор 19" ЖК Phillips - 1 шт.; Принтер Canon - 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 5 шт.; Доска – 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.2	2402	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук RUintro – 1 шт., проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 4 шт.; Доска – 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся в НИМИ ДГАУ [Электронный ресурс] : (введ. в действие приказом директора №106 от 19 июня 2015г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015.- Режим доступа: <a href="http://www.ngma.su">http://www.ngma.su</a>		

## 11. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В рабочую программу на 2022 - 2023 учебный год вносятся следующие дополнения и изменения - обновлено и актуализировано содержание следующих разделов и подразделов рабочей программы:

### 8.3 Современные профессиональные базы и информационные справочные системы

Базы данных ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)	Договор №01674/3905 от 20.01.2022 с ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)
Базы данных ООО "Региональный информационный индекс цитирования"	Договор № НК 2050 от 18.03.2022 с ООО "Региональный информационный индекс цитирования"
Базы данных ООО Научная электронная библиотека	Лицензионный договор № SIO-13947/18016/2021 от 07.10.2021 ООО Научная электронная библиотека
Базы данных ООО "Гросс Систем.Информация и решения"	Контракт № КРД-18510 от 06.12.2021 ООО "Гросс Систем.Информация и решения"

### Перечень договоров ЭБС образовательной организации на 2022-2023 уч. год

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2022/2023	Договор № 501-01\20 об оказании информационных услуг по предоставлению доступа к базовой коллекции «ЭБС Университетская библиотека онлайн» от 22.01.2020г. с ООО «НексМедиа»	с 20.01.2020 г. по 19.01.2026 г.
2022/2023	Договор № р08/11 на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям от 30.11.2017 г. с ООО «Издательство Лань» Размещение внутривузовской литературы ДонГАУ на платформе ЭБС Лань	с 30.11.2017 г. по 31.12.2025 г.
2022/2023	Договор № СЭБ №НВ-171 по размещению произведений и предоставлению доступа к разделам ЭБС СЭБ от 18.12.2019 г. с ООО «ЭБС Лань» Доп.соглашение от 24.06.2021 к Дог №СЭБ №НВ-171 от 18.12.2019 . с ООО «ЭБС Лань»	с 18.12.2019 г. по 31.12.2022 г. с последующей пролонгацией
2022/2023	Договор № 11 оказания услуг одностороннего доступа к ресурсам научно-технической библиотеки «РГУ Нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» от 29.10.2019 г. (Нефтегазовое дело)	с 29.10.2019 г. по 28.10.2020 г. с последующей пролонгацией
2022/2023	Договор № 48-п на передачу произведения науки и неисключительных прав на его использовании от 27.04.2018 г. с ФГБНУ «РосНИИПИМ»	с 27.04.2018 г. до окончания неисключительных прав на произведение
2022/2023	Договор № 1310 от 02.12.21 на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям коллекций: «Ветеринария и сельское хозяйство - Издательство Лань»	с 14.12.2021 г. по 13.12.2026 г.
2022/2023	Договор № 1311 от 02.12.21 на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям коллекции: «Экономика и менеджмент – Издательство Дашков и К» с ООО «ЭБС Лань»	с 14.12.2021 г. по 13.12.2026 г.
2022/2023	Договор № 2-22 от 18.02.2022 г. с ООО «Издательство Лань» на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям коллекций: «Лесное хозяйство и лесоинженерное дело – Издательства Лань» ЭБС Лань и отдельно наб книг из других разделов.	с 20.02.2022 г. по 19.02.2023 г.

**8.5 Перечень информационных технологий и программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса**

<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>	<b>Реквизиты подтверждающего документа</b>
Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия); Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»	Лицензионный договор № 4501 от 13.12.2021 г. АО «Антиплагиат» (с 13.12.2021 г. по 13.12.2022 г.).
Microsoft. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise (MS Windows XP,7,8, 8.1, 10; MS Office professional; MS Windows Server; MS Project Expert 2010 Professional)	Сублицензионный договор №0312 от 29.12.2021 г. АО «СофтЛайн Трейд»

Дополнения и изменения рассмотрены на заседании кафедры «28» января 2022 г. пр. № 5

Внесенные дополнения и изменения утверждаю: «9» февраля 2022 г.

Декан факультета

  
Федорян А.В.

(подпись)

(Ф.И.О.)