



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ  
И ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Направленность (профиль/специализация) программы  
23.05.04 Промышленный транспорт

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

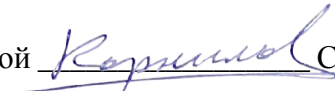
Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Логистика и управление транспортными системами
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 216)

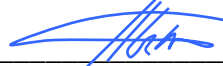
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

13.01.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  С.Н. Корнилов

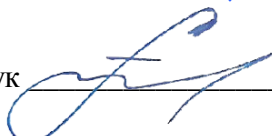
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

14.02.2022 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев


Рабочая программа составлена:

доцент. кафедры ЛиУТС, канд. техн. наук

 А.В. Цыганов

Рецензент:

Начальник отдела внешней логистик ООО «Караван Трейд»

 А.С. Пенькова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Н. Корнилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Н. Корнилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Н. Корнилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Н. Корнилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Логистика и управление транспортными системами

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Н. Корнилов

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование транспортных систем и процессов» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в области исследования и моделирования функционирования транспортных систем и процессов для управления их параметрами.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование транспортных систем и процессов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информатика

Высшая математика

Теория вероятностей и математическая статистика

Имитационное моделирование транспортных систем

Управление транспортными системами

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Экономика транспорта

Бизнес-планирование на транспорте

Логистика

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование транспортных систем и процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способность к эксплуатации информационно-аналитических автоматизированных систем по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками, к обработке поездной информации в автоматизированных системах, к использованию информационных систем мониторинга и учета выполнения технологических операций на железнодорожном транспорте
ПК-5.1	Находит в базах данных нужную информацию
ПК-5.2	Разрабатывает эффективные схемы организации поездной и маневровой работы на железнодорожном транспорте
ПК-5.3	Использует в системе учета и анализа выполнения технологических операций на участках и полигонах данные автоматизированных систем (ГИДУрал-ВНИИЖТ, АСУМР, АСОУП, ОСКАР-М, АСОВ)
ПК-8	Способность к проведению фундаментальных и прикладных исследований с использованием современных методов и средств по транспортному обслуживанию грузоотправителей и грузополучателей на железнодорожном транспорте
ПК-8.1	Применяет математические и статистические методы при сборе и обработке научно-технической информации, подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и отчетов
ПК-8.2	Проводит анализ исследовательских задач в области плана формирования поездов, грузового и пассажирского движения, пропускной способности ж. д. линий
ПК-8.3	Разрабатывает математические модели перевозочных процессов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 34,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1 Раздел «Введение в дисциплину»								
1.1 1.1 Тема «Понятие математической модели, математического моделирования» 1.2 Тема «Классификация математических методов решения моделей» 1.3 Тема «Виды транспортных задач и методов их решения»	4	4	4/1,6И		3,3	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
Итого по разделу		4	4/1,6И		3,3			
2. 2 Раздел «Моделирование транспортных процессов и систем»								
2.1 2.1 Тема «Алгоритм составления математических моделей» 2.2 Тема «Составление и решение дескриптивных моделей» 2.3 Тема «Составление и решение оптимизационных моделей»	4	4	4/1,6И		3,4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
Итого по разделу		4	4/1,6И		3,4			

3. 3 Раздел «Визуализация моделирования транспортных процессов и систем»									
3.1	3.1 Тема «Графическое представление решения математических моделей»								
3.2	3.2 Тема «Графоаналитический метод решения дескриптивных моделей»	4	4	4/1,6И		3,4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
3.3	3.3 Тема «Графоаналитический метод решения оптимизационных моделей»								
Итого по разделу		4	4	4/1,6И		3,4			
4. 4 Раздел «Универсальные методы моделирования транспортных процессов и систем»									
4.1	4.1 Тема «Симплексный метод решения задач линейного программирования»								
4.2	4.2 Тема «Составление и расчёт симплексных таблиц»	4	4	4/1,6И		4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
4.3	4.3 Тема «Симплексный метод с искусственным базисом»								
Итого по разделу		4	4	4/1,6И		4			
5. 5 Раздел «Распределительные транспортные задачи»									
5.1	5.1 Тема «Постановка транспортной задачи линейного программирования»								
5.2	5.2 Тема «Метод потенциалов»	4	4	4/1,6И		4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
5.3	5.3 Тема «Алгоритм решения транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов»								
Итого по разделу		4	4	4/1,6И		4			
6. 6 Раздел «Транспортные сети»									

6.1 6.1 Тема «Транспортная сеть, ее элементы и параметры» 6.2 Тема «Понятия теории транспортных сетей, таблицы маршрутов и оптимальных путей» 6.3 Тема «Алгоритм построения и использования таблицы оптимальных путей транспортной сети»	4	4	4/1,6И		4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
Итого по разделу	4	4	4/1,6И		4			
7. 7 Раздел «Сетевые транспортные задачи»								
7.1 7.1 Тема «Транспортная задача линейного программирования в сетевой постановке» 7.2 Тема «Метод сокращения невязки» 7.3 Тема «Алгоритм решения транспортной задачи в сетевой постановке методом сокращения невязки»	4	4	4/1,6И		4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
Итого по разделу	4	4	4/1,6И		4			
8. 8 Раздел «Комбинаторные методы оптимизации»								
8.1 8.1 Тема «Постановка «задачи коммивояжера»» 8.2 Тема «Метод ветвей и границ» 8.3 Тема «Алгоритм решения «задачи коммивояжера» методом ветвей и границ»	4	4	4/1,6И		4	<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы; <input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками; <input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы; <input type="checkbox"/> работа с тестовыми системами	<input type="checkbox"/> устный опрос; <input type="checkbox"/> консультации; <input type="checkbox"/> лабораторные работы; <input type="checkbox"/> проверка контрольной работы; <input type="checkbox"/> тестирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
Итого по разделу	4	4	4/1,6И		4			
9. 9 Раздел «Сетевое планирование»								

9.1 9.1 Тема «Область применения методов сетевого планирования и управления»						<input type="checkbox"/> изучение учебной и научной литературы;	<input type="checkbox"/> устный опрос;	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3
9.2 Тема «Основные понятия сетевого планирования и управления»	4	4	4/1,6И	4	<input type="checkbox"/> работа с электронными учебниками;	<input type="checkbox"/> консультации;	<input type="checkbox"/> лабораторные работы;	
9.3 Тема «Алгоритм построения сетевой модели транспортного процесса»					<input type="checkbox"/> выполнение контрольной работы;	<input type="checkbox"/> проверка контрольной работы;	<input type="checkbox"/> тестирование	
Итого по разделу		4	4/1,6И		4			
Итого за семестр		36	36/14,4И		34,1		зао	
Итого по дисциплине		36	36/14,4И		34,1		зачет с оценкой	



## **5 Образовательные технологии**

Образовательные и информационные технологии, используемые при освоении дисциплины (модуля) «Математическое моделирование транспортных систем и процессов» являются:

1. Традиционные образовательные технологии – организация образовательного процесса, предполагающая прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных графических аудио- и видеоматериалов)

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев ; под ред. В. А. Колемаева. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/391871> .

2. Основы организации и управления транспортными системами : учебное пособие / [С. Н. Корнилов, А. Н. Рахмангулов, Н. А. Осинцев и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2856.pdf&show=dcatalogues/1/1133640/2856.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/454393> .

2. Трофимова, В. Ш. Исследование операций : методы и модели сетевого планирования и управления : учебное пособие / В. Ш. Трофимова ; МГТУ, каф.

ММВЭ. - Магнито-горск, 2009. - 107 с. : ил., граф., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=256.pdf&show=dcatalogues/1/1060521/256.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Черников, Ю.Г. Системный анализ и исследование операций : учебное пособие / Ю.Г. Черников. — Москва : Горная книга, 2006. — 370 с. — ISBN 5-91003-007-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3512> .

4. Современные проблемы транспортного комплекса России [Журнал] / Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – ISSN 2222-9396. Режим доступа: <https://transcience.ru> .

**в) Методические указания:**

1. Математическое моделирование транспортных систем и процессов: учебное пособие / Рахмангулов А.Н., Цыганов А.В., Пикалов В.А., Муравьев Д.С. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. – 190 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение** для изучения учебной и научной литературы и работы с электронными учебниками приведено в разделе 8.

**Контрольная работа** на тему «Математическое моделирование систем и процессов» выполняется студентами для углубления теоретических знаний по дисциплине и приобретения практических навыков математического моделирования транспортных процессов и систем. Контрольная работа содержит 9 практических заданий, выполняемых студентами самостоятельно по вариантам. Данные задания предусматривают рассмотрение основных математических методов, используемых при моделировании транспортных процессов и систем.

**Задание № 1. Дескриптивная математическая модель.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Условие задачи.
2. Математическую модель, построенную по условию задачи, в данном задании математическая модель – система линейных уравнений.
3. Распечатку результата решения математической модели на компьютере.
4. Интерпретацию полученных результатов, т.е. описание физического смысла полученных результатов.

**Задание № 2. Оптимизационная математическая модель.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Условие задачи.
2. Математическую модель, содержащую целевую функцию и систему ограничений, а также комментарий относительно физического смысла целевой функции.
3. Распечатку результата решения математической модели на компьютере.
4. Оптимальные значения переменных и целевой функции с указанием соответствующих размерностей.

**Задание № 3. Графоаналитический метод.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Условие задачи.
2. Все графические построения: область допустимых значений модели; начальное положение прямой – целевой функции; экстремальное положение этой прямой; экстремальную точку.
3. Аналитические расчеты координат точки экстремума.
4. Распечатку результата решения математической модели на компьютере.

**Задание № 4. Симплексный метод.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Условие задачи.
2. Симплекс-преобразования, оформленные в виде таблиц.
3. Оптимальные значения переменных и целевой функции.
4. Распечатку результата решения математической модели на компьютере.

**Задание № 5. Метод потенциалов.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Исходные данные для решения транспортной задачи.
2. Начальный план перевозок после приведения транспортной задачи к закрытому типу (в матричной форме). расчет стоимости перевозок по начальному плану.
3. Промежуточные (улучшенные планы перевозок) с соответствующими расчетами положительной сдвигки, построениями замкнутого контура перераспределения перевозок и расчетом стоимости перевозок по улучшенному плану.
4. Оптимальный план перевозок и расчет стоимости перевозок по этому плану.

5. Распечатка результата решения ТЗЛП в электронных таблицах Excel.

#### **Задание № 6. Поиск кратчайших расстояний на транспортной сети.**

Отчет по заданию должен содержать:

5. Перечень заданных вершин транспортной сети, включая заданную начальную вершину.
6. Схему транспортной сети, содержащую не менее двадцати вершин, и с указанием длин всех дуг сети.
7. Таблицу соответствия названий населенных пунктов или железнодорожных станций номерам вершин построенной транспортной сети.
8. Таблицу оптимальных путей, включающую в себя все промежуточные таблицы.
9. Список конечных вершин транспортной сети.
10. Список кратчайших маршрутов от заданной начальной до всех конечных вершин транспортной сети с указанием промежуточных вершин, входящих в каждый оптимальный маршрут. Для каждого оптимального маршрута необходимо рассчитать оценку, т.е. его длину как сумму длин дуг, входящих в маршрут.

#### **Задание № 7. Метод сокращения невязки.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Перечень заданных вершин транспортной сети с указанием рода груза, объемов производства и потребления.
2. Схемы транспортной сети, каждая из которых иллюстрирует очередной план распределения перевозок. На дугах, загруженных перевозками, должны быть проставлены объемы и стрелками показаны направления перевозок.
3. Схему оптимального плана перевозок и расчет затрат на транспортировку согласно этому плану.

#### **Задание № 8. Метод ветвей и границ.**

Отчет по заданию должен содержать:

5. Схему транспортной сети с нанесенными буквенными обозначениями вершин и длинами дуг.
6. Исходную и приведенную матрицы расстояний.
7. Дерево вариантов решения "задачи коммивояжера", содержащее все возможные альтернативные варианты обхода транспортной сети.
8. Перечень вершин, образующих маршрут движения коммивояжера и значение длины (оценки) маршрута.

#### **Задание № 9. Метод сетевого планирования.**

Отчет по заданию должен содержать:

1. Заданный (или построенный) сетевой график работ, содержащий только номера работ и их продолжительность. Если в задании длительность какой-либо из работ не задана, а на общей схеме эта работа показана, то на расчетном сетевом графике эту работу показывать не следует.
2. Сетевой график, на котором проставлены все параметры работ и нанесен критический путь.
3. Таблицу с результатами расчетов срока наступления событий.
4. Таблицу с расчетами продолжительности путей сетевого графика и критического пути.
5. Рекомендации по сокращению критического пути.

**Тестирование** проводится в компьютерном классе и представлено вопросами и сформулированными на них вариантами ответов. При ответе на вопрос необходимо

выбрать один вариант ответа. Оценка правильности ответов будет представлена по окончании теста. Количество попыток прохождения теста – однократно.

## Приложение 2 – Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<b>ПК-5 - Способность к эксплуатации информационно-аналитических автоматизированных систем по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками, к обработке поездной информации в автоматизированных системах, к использованию информационных систем мониторинга и учета выполнения технологических операций на железнодорожном транспорте</b>																	
ПК-5.1	Находит в базах данных нужную информацию	<p><b>Примерные теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие модели транспортного процесса.</li> <li>2. Сущность и цели моделирования транспортных процессов.</li> <li>3. Этапы процесса моделирования транспортного процесса.</li> <li>4. Классификация математических моделей.</li> <li>5. Виды математических моделей.</li> <li>6. Структура математической оптимизационной модели.</li> <li>7. Особенности линейных оптимизационных моделей и методов их решения.</li> <li>8. Понятие дескриптивной линейной математической модели.</li> <li>9. Методы решения линейных дескриптивных математических моделей.</li> <li>10. Сущность методов оптимизации линейных моделей.</li> <li>11. Порядок построения и решения линейной оптимизационной математической модели.</li> <li>12. Область применения графоаналитического метода.</li> </ol>															
ПК-5.2	Разрабатывает эффективные схемы организации поездной и маневровой работы на железнодорожном транспорте	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составьте дескриптивную математическую модель и найдите допустимое решение в Excel «Поиск решения» <p style="font-size: small;">Участок слесарного отделения локомотивного депо выпускает два вида запасных частей, причем суточный план определен в 60 единиц втулок и 80 единиц вкладышей. Суточные ресурсы следующие: 600 станко-часов производственного оборудования, 300 т сырья, 420 чел.-часов трудовых ресурсов, 450 кВт/ч электроэнергии. Расход ресурсов на производство единицы готовых изделий представлен в таблице. Требуется рассчитать план производства втулок и вкладышей.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Изделие</th> <th>Оборудование, ст.-ч</th> <th>Сырье, т</th> <th>Трудозатраты, чел./ч</th> <th>Электроэнергия, кВт/ч</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Втулка</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Вкладыш</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>2. Составьте оптимизационную математическую модель и найдите оптимальное решение в Excel «Поиск решения»</li> </ol>	Изделие	Оборудование, ст.-ч	Сырье, т	Трудозатраты, чел./ч	Электроэнергия, кВт/ч	Втулка	4	2	2	3	Вкладыш	3	1	3	2
Изделие	Оборудование, ст.-ч	Сырье, т	Трудозатраты, чел./ч	Электроэнергия, кВт/ч													
Втулка	4	2	2	3													
Вкладыш	3	1	3	2													

Автотранспортное предприятие (АТП) получило заявки на перевозку двух видов грузов – щебня и грунта. АТП располагает запасом шин и смазочных материалов на сумму соответственно 72 и 56 тыс. руб. В таблице приведены затраты каждого вида ресурсов на выполнение одной заявки. Определить оптимальное количество выполненных заявок по каждому виду груза, если известно, что от выполнения одной заявки по перевозке щебня АТП получает доход в размере 440 руб., а при удовлетворении одной заявки на перевозку грунта – 280 руб.

Груз	Затраты материалов, руб.	
	Шины	Смазочные материалы
Щебень	0,18	0,08
Грунт	0,09	0,28

3. Найдите оптимальное решение математической модели графоаналитическим методом

$$Z = x_1 - x_2 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \leq 12; \\ 3x_1 - x_2 \geq 6; \\ 3x_1 + 4x_2 \geq 0. \end{cases}$$

ПК-5.3

Использует в системе учета и анализа выполнения технологических операций на участках и полигонах данные автоматизированных систем (ГИДУрал-ВНИИЖТ, АСУМР, АСОУП, ОСКАР-М, АСОВ)

**Примерные тестовые вопросы:**

1. Что является критерием эффективности транспортного процесса:

- 1) отношение затрат ресурсов к величине прибыли, получаемой при выполнении перевозок;
- 2) величина прибыли от перевозок грузов или пассажиров;
- 3) отношение прибыли от перевозок к сумме затрат ресурсов, необходимых для осуществления перевозок;
- 4) сумма затрат ресурсов, необходимых для осуществления перевозок?

2. Что такое математическая оптимизационная модель транспортного процесса:

- 1) совокупность целевой функции, описывающей критерий оптимальности транспортного процесса, и системы ограничений, накладываемых на переменные целевой функции;
- 2) система уравнений, описывающая взаимосвязи между величинами расхода различных ресурсов, расходуемых при осуществлении транспортного процесса;
- 3) множество значений, определяющих величины расхода ресурса каждого вида?

3. К какой категории моделей относится модель, описывающая процесс, в котором при увеличении расхода одного из ресурсов расход других уменьшается по гиперболической зависимости:

- 1) к категории динамических моделей;
- 2) к категории специальных моделей;
- 3) к категории нелинейных моделей;
- 4) к категории вероятностных моделей?

		<p>4. Какие методы оптимизации могут применяться для решения линейной статической детерминированной оптимизационной модели:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) комбинаторные методы и методы динамического программирования;</li> <li>2) метод потенциалов и методы нелинейного программирования;</li> <li>3) методы нелинейного программирования и комбинаторные методы;</li> <li>4) методы линейного программирования, комбинаторные и специальные методы?</li> </ol> <p>5. Каким образом задача линейного программирования приводится к канонической форме, если система ограничений задачи задана системой неравенств вида <math>\leq</math> (меньше или равно):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) путем введения в левую часть каждого неравенства искусственных переменных;</li> <li>2) путем введения в левую часть каждого неравенства дополнительных переменных;</li> <li>3) путем введения в левую часть каждого неравенства искусственных и дополнительных переменных;</li> <li>4) путем введения в правую часть каждого неравенства искусственных переменных?</li> </ol> <p>6. Как изменяются свободные члены уравнений системы ограничений прямой задачи линейного программирования в процессе ее преобразования в двойственную задачу:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) становятся коэффициентами при неизвестных в системе ограничений двойственной задачи;</li> <li>2) остаются свободными членами уравнений в системе ограничений прямой задачи;</li> <li>3) становятся коэффициентами при неизвестных в целевой функции обратной задачи;</li> <li>4) становятся свободными членами уравнений в системе ограничений обратной задачи?</li> </ol> <p>7. Что представляет из себя многогранник решений в задаче линейного программирования с двумя неизвестными:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) область, образованную пересечением прямых, изображающих уравнения системы ограничений;</li> <li>2) область, образованную пересечением прямых, изображающих уравнения системы ограничений, и прямой, изображающей целевую функцию;</li> <li>3) область, образованную пересечением прямой, изображающей целевую функцию, и осей координат;</li> </ol>
--	--	--



4) область, образованную пересечением прямых, изображающих целевые функции?

**ПК-8 - Способность к проведению фундаментальных и прикладных исследований с использованием современных методов и средств по транспортному обслуживанию грузоотправителей и грузополучателей на железнодорожном транспорте**

ПК-8.1

Применяет математические и статистические методы при сборе и обработке научно-технической информации, подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и отчетов

**Примерные теоретические вопросы:**

1. Сущность симплексного метода.
2. Алгоритм решения симплексным методом линейных оптимизационных моделей.
3. Понятие базиса.
4. Сущность симплексного метода с искусственным базисом.
5. Особенности алгоритма использования симплексного метода с искусственным базисом.
6. Порядок добавления в математическую модель искусственного базиса.
7. Общая характеристика линейных оптимизационных моделей специального типа.
8. Постановка статической транспортной задачи линейного программирования.
9. Методы составления базового плана перевозок.
10. Алгоритм решения статической транспортной задачи линейного программирования в матричной постановке методом потенциалов.
11. Сущность метода потенциалов.
12. Понятие транспортной сети, маршрута и оптимального (кратчайшего) маршрута на транспортной сети. Алгоритм построения таблицы оптимальных путей.

ПК-8.2

Проводит анализ исследовательских задач в области плана формирования поездов, грузового и пассажирского движения, пропускной способности ж. д. линий

**Примерные практические задания:**

1. Найдите оптимальное решение математической модели симплексным методом

$$Z = 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \rightarrow \max,$$

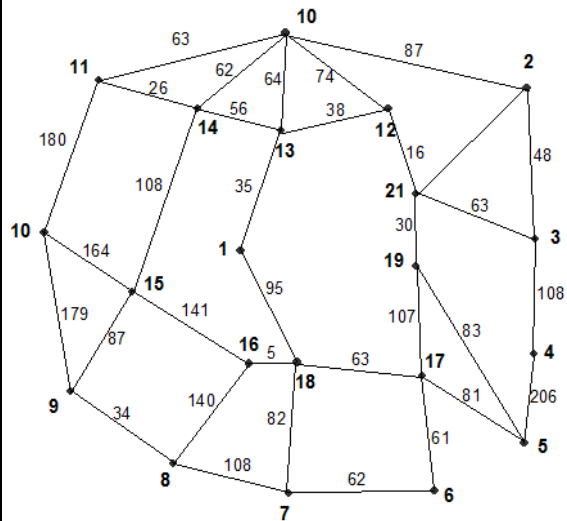
$$\begin{cases} 3x_1 - x_3 - x_4 \leq 6; \\ x_2 - x_3 + x_4 \leq 2; \\ -x_1 + x_2 + x_3 \leq 5. \end{cases}$$

2. Найдите оптимальное решение транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов

С <sub>ij</sub>	5	15	10	10	29
	7	14	7	6	11
	8	2	4	11	7
	14	9	4	7	4
	1	1	1	1	1

производитель	объем перевозок от поставщика к потребителю					всего
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	123	0	0	0	0	123
A2	0	0	0	147	0	147
A3	0	108	45	0	0	153
A4	0	0	101	0	81	182
A5	2	0	0	11	27	40
всего	125	108	146	158	108	645

3. Определите кратчайшие расстояния от заданной начальной вершины транспортной сети до всех остальных вершин



**Примерные тестовые вопросы:**

1. В чем заключается идея симплексного метода:
  - 1) в направленном переборе базисных решений системы уравнений с целью поиска единственного решения, при котором достигается экстремум целевой функции;
  - 2) в поиске решения системы уравнений задачи линейного программирования;
  - 3) в определении базисных переменных;
  - 4) в определении разрешающих строки и столбца симплексной таблицы?
2. Какие значения будут иметь элементы индексной строки последней симплексной таблицы, содержащей решение задачи линейного программирования на минимум:
  - 1) положительные или нулевые;
  - 2) отрицательные или нулевые;
  - 3) только нулевые;
  - 4) только положительные?
3. В каком случае задачу линейного программирования необходимо решать симплексным методом с искусственным базисом:
  - 1) если система ограничений содержит уравнения и (или) неравенства вида  $\geq$ ;
  - 2) если система ограничений содержит неравенства вида  $\leq$ ;
  - 3) если в целевой функции отсутствуют переменные с коэффициентом +1;
  - 4) если в целевой функции отсутствуют переменные с коэффициентом -1?

ПК-8.3

Разрабатывает математические модели перевозочных процессов

		<p>4. Выберите правильную последовательность действий в процессе математического моделирования транспортного процесса:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) выбор метода оптимизации, выбор целевой функции, определение ограничений; применение модели;</li><li>2) выбор переменных модели, определение ограничений модели, выбор критерия эффективности, формулировка целевой функции, упрощение модели, выбор метода оптимизации, верификация модели; применение модели;</li><li>3) формулировка целевой функции, применение модели, верификация модели, оценка эффективности модели, определение ограничений модели, упрощение модели;</li><li>4) формулировка целевой функции, применение модели, оценка эффективности модели, упрощение модели, определение ограничений модели, верификация модели.</li></ol> <p>5. Какой критерий оптимальности описывает целевая функция в задаче распределения ресурсов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) минимум затрат ресурсов на изготовление продукции;</li><li>2) максимум прибыли от реализации готовой продукции;</li><li>3) минимум расхода ресурсов на изготовление единицы продукции;</li><li>4) минимум запасов ресурсов?</li></ol> <p>6. Какие условия входят в состав ограничений транспортной задачи линейного программирования:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) условие минимума затрат на перевозки груза;</li><li>2) условие вывоза продукции в полном объеме от поставщиков и удовлетворение спроса потребителей, условие равенства объемов спроса и предложения, условие неотрицательности объемов перевозок;</li><li>3) условие превышения объемов спроса над объемами предложения, условие минимума затрат на перевозки, условие неотрицательности объемов перевозок;</li><li>4) только условие неотрицательности объемов перевозок?</li></ol> <p>7. Как рассчитываются потенциалы потребителей груза при решении транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) как разность между потенциалом поставщика и стоимости перевозки единицы груза между поставщиком и потребителем;</li><li>2) как сумма потенциала поставщика и стоимости перевозки единицы груза между поставщиком и потребителем;</li><li>3) как произведение потенциала поставщика и стоимости перевозки единицы груза между поставщиком и потребителем;</li></ol>
--	--	---

		<p>4) как частное потенциала поставщика и стоимости перевозки единицы груза между поставщиком и потребителем?</p> <p>8. Для чего применяется метод «северо-западного угла»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для расчета потенциалов при решении транспортной задачи линейного программирования;</li> <li>2) для построения начального (базисного) плана перевозок в транспортной задаче линейного программирования;</li> <li>3) для расчета затрат на перевозки при решении транспортной задачи линейного программирования;</li> <li>4) для решения транспортной задачи линейного программирования в матричной постановке?</li> </ol> <p>9. Что обозначается при помощи потенциалов дуг транспортной сети:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) длины дуг или затраты на перевозку единицы груза по дугам;</li> <li>2) суммы потенциалов предшествующих дуг, входящих в состав оптимального маршрута;</li> <li>3) объемы перевозимого груза по дуге;</li> <li>4) длина маршрута от начальной вершины транспортной сети до данной дуги?</li> </ol> <p>10. Что описывает таблица оптимальных путей:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) все оптимальные пути от одной или нескольких начальных вершин до всех остальных вершин транспортной сети;</li> <li>2) один оптимальный маршрут между двумя любыми вершинами транспортной сети;</li> <li>3) несколько оптимальных маршрутов между заданными начальными и конечными вершинами транспортной сети;</li> <li>4) все оптимальные пути от одной начальной вершины до всех остальных вершин транспортной сети?</li> </ol>
--	--	--

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические и комплексные задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и зачета с оценкой.

**Зачет** по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– «зачтено» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– «не зачтено» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.