

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «02» июня 2023 г. № 424-1

**Б1.О.34 Экономико-математическое моделирование  
транспортных процессов**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 38.03.02 Менеджмент

Специализация/профиль – Логистика и управление цепями поставок

Квалификация выпускника – Бакалавр

Форма и срок обучения – очная форма 4 года

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 4  
Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
зачет 3 семестр

Очная форма обучения	Распределение часов дисциплины по семестрам	
	Семестр 3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
– лекции	34	<b>34</b>
– практические (семинарские)	34	<b>34</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 970.

Программу составил(и):

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Финансовый и стратегический менеджмент», протокол от «2» июня 2023 г. № 11

Зав. кафедрой, к.э.н., доцент

С.А. Халетская

<b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель дисциплины</b>	
1	формирование способности применять методы экономико-математического моделирования для решения организационно-управленческих задач оптимизации транспортных процессов
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	формирование умения анализировать исходные данные, определять математическую модель и выбирать метод решения организационно-управленческих задач транспортной логистики;
2	формирование умения интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и формулировать управленческие решения, направленные на оптимизацию транспортных процессов
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель профессионально-трудового воспитания достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.25 Основы учетной деятельности
2	Б1.О.35 Общий курс железных дорог
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.21 Статистика
2	Б1.О.23 Ценообразование
3	Б1.О.27 Международный маркетинг и внешнеэкономическая деятельность
4	Б1.О.28 Торговое дело
5	Б1.О.30 Теория организации и организационное поведение
6	Б1.О.36 Управленческий учет
7	Б2.О.02(Н) Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
8	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
9	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2 Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием современного инструментария и интеллектуальных информационно-	ОПК-2.1 Проводит расчеты для решения управленческих задач с использованием современного инструментария	Знать: основные этапы экономико-математического моделирования транспортных процессов; методику анализа данных, необходимых для построения математической модели; экономико-математические модели и методы, используемые для решения организационно-управленческих задач транспортной логистики
		Уметь: анализировать исходные данные и определять математические модели транспортных процессов; выбирать, адаптировать и применять экономико-математические методы для решения организационно-управленческих задач транспортной логистики; интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и формулировать управленческие решения, направленные на оптимизацию транспортных процессов

аналитических систем	Владеть: навыками применения методов экономико-математического моделирования для решения организационно-управленческих задач оптимизации транспортных процессов
----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок.</b>						
1.1	Тема 1. Задача линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования	3	4	4		8	ОПК-2.1
1.2	Тема 2. Симлекс-метод решения задачи линейного программирования	3	4	4		8	ОПК-2.1
1.3	Тема 3. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов решения транспортной задачи	3	4	4		8	ОПК-2.1
1.4	Тема 4. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность	3	2	2		8	ОПК-2.1
1.5	Тема 5. Многопродуктовая транспортная задача	3	2	2		6	ОПК-2.1
1.6	Тема 6. Математическая модель задачи о назначениях и ее применение для решения задач о распределении транспортных средств на маршруты	3	2	2		6	ОПК-2.1
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Моделирование задач оптимизации маршрутов поставок и потоковых процессов в транспортно-логистических сетях.</b>						
2.1	Тема 7. Элементы теории графов. Моделирование транспортных сетей с использованием графов	3	2	2		5	ОПК-2.1
2.2	Тема 8. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами транспортной сети	3	2	2		4	ОПК-2.1
2.3	Тема 9. Задача о максимальном потоке в транспортной сети	3	4	4		6	ОПК-2.1
2.4	Тема 10. Транспортная задача с промежуточными пунктами	3	2	2		4	ОПК-2.1
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Моделирование и оценка эффективности систем транспортного обслуживания.</b>						
3.1	Тема 11. Системы массового обслуживания. Показатели эффективности систем транспортного обслуживания с отказами	3	2	2		5	ОПК-2.1
3.2	Тема 12. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с очередью	3	4	4		8	ОПК-2.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	3					ОПК-2.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	34		76	

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/
----------------------------	---------------------------

		онлайн
6.1.1.1	Балдин, К. В. Математические методы и модели в экономике : учебник - 2-е изд., стер. / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. Москва : ФЛИНТА, 2017. - 328с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
6.1.1.2	Горлач, Б. А. Исследование операций : учеб. пособие / Б. А. Горлач. СПб. : Лань, 2013. - 441с.	101
6.1.1.3	Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций : учебник / В. А. Колемаев, Т. М. Гатауллин, Н. И. Заичкин, В. И. Малыгин, А. П. Бодров. Москва : Юнити-Дана, 2017. - 593с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684910">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684910</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Банина, Н. В. Экономико-математическое моделирование транспортных процессов : лаб. практикум / Н. В. Банина. Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 76с.	187
6.1.2.2	Гефан, Григорий Давыдович Некоторые методы исследования операций : учеб. пособие для студентов эконом. специальностей всех форм обучения / Г. Д. Гефан ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2010. - 207с.	446
6.1.2.3	Мастяева, И. Н. Математические методы и модели в логистике : учебное пособие / И. Н. Мастяева. Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004. - 49с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93169">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93169</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Банина, Н.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.34 Экономико-математическое моделирование транспортных процессов для направления подготовки 38.03.02 Менеджмент, профиль Логистика и управление цепями поставок / Н.В. Банина; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 11 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5748_1502_2023_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5748_1502_2023_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

**7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ,  
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

<b>ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-103 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель.
3	Учебная аудитория Г-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
4	Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
5	Учебная аудитория Г-207 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
6	Учебная аудитория Г-212 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
7	Учебная аудитория Г-223 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
8	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма

занятие	<p>организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока I.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Экономико-математическое моделирование транспортных процессов» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным</p>

на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.

Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»

Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет



# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Экономико-математическое моделирование транспортных процессов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-2. Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Задача линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов решения транспортной задачи	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
1.4	Текущий контроль	Тема 4. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность	ОПК-2.1	Кейс-задача (письменно)
1.5	Текущий контроль	Тема 5. Многопродуктовая транспортная задача	ОПК-2.1	Кейс-задача (устно)
1.6	Текущий контроль	Тема 6. Математическая модель задачи о назначениях и ее применение для решения задач о распределении транспортных средств на маршруты	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Моделирование задач оптимизации маршрутов поставок и потоковых процессов в транспортно-логистических сетях</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 7. Элементы теории графов. Моделирование транспортных сетей с использованием графов	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 8. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами транспортной сети	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 9. Задача о максимальном потоке в транспортной сети	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
2.4	Текущий контроль	Тема 10. Транспортная задача с промежуточными пунктами	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Моделирование и оценка эффективности систем транспортного обслуживания</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 11. Системы массового обслуживания. Показатели эффективности систем транспортного обслуживания с отказами	ОПК-2.1	Проверочная работа (устно/письменно)

3.2	Текущий контроль	Тема 12. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с очередью	ОПК-2.1	Кейс-задача (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок. Раздел 2. Моделирование задач оптимизации маршрутов поставок и потоковых процессов в транспортно-логистических сетях. Раздел 3. Моделирование и оценка эффективности систем транспортного обслуживания	ОПК-2.1	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, а также отдельных компетенций (в рамках дисциплины)	Типовое задание для решения кейс-задачи
2	Проверочная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты заданий для выполнения проверочных работ по темам дисциплины

#### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине.	Перечень теоретических вопросов и

		Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

**Тест – промежуточная аттестация в форме зачета**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

**Кейс-задача**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено» Обучающийся излагает материал логично, грамотно, без ошибок; свободно владеет профессиональной терминологией; умеет высказывать и обосновать свои суждения; дает четкий, полный, правильный ответ на теоретические вопросы; организует связь теории с практикой

«хорошо»		Обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале; владеет профессиональной терминологией; осознанно применяет теоретические знания для решения кейса, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности. Ответ обучающегося правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный
«удовлетворительно»		Обучающийся излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения кейса, не может доказательно обосновать свои суждения; обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	У обучающегося отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл, не решен кейс. В ответе обучающийся проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения кейса

### Проверочная работа

Шкала оценивания	Критерий оценки
«зачтено»	Обучающийся правильно или с небольшими неточностями выполнил задания проверочной работы
«не зачтено»	Обучающийся неправильно или с существенными неточностями выполнил задания проверочной работы

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для решения кейс-задач

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения кейс-задач.

Образец типового варианта кейс-задачи

«Тема 4. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность»

На станциях  $A_1, A_2, A_3$  есть избыток порожних вагонов в количестве  $a_1 = 200, a_2 = 175, a_3 = 225$  соответственно; потребности порожних вагонов на станциях  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  соответственно равны

$$b_1 = 100, b_2 = 130, b_3 = 180, b_4 = 190, b_5 = 100.$$

Расстояния в дес. км. между станциями  $A_i$  и  $B_j$  ( $i=1,2,3; j=1,2,3,4,5$ )

представлены в матрице состояний  $C = \begin{pmatrix} 5 & 7 & 4 & 2 & 5 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 10 \\ 2 & 3 & 6 & 8 & 7 \end{pmatrix}$ .

- 1) Составить оптимальный план поставок порожних вагонов при условии, что поставки со станции  $A_2$  на станцию  $B_3$  запрещены.
- 2) Составить оптимальный план поставок порожних вагонов при условии:
  - а) со станции  $A_2$  на станцию  $B_3$  должно быть поставлено не менее 60 вагонов;
  - б) со станции  $A_2$  на станцию  $B_3$  должно быть поставлено не более 60 вагонов.

Образец типового варианта кейс-задачи  
«Тема 5. Многопродуктовая транспортная задача»

Поставщик  $A_1$  может поставить продукцию П1 и П2 соответственно в количестве 300 ед. 100 ед.. Поставщик  $A_2$  может поставить продукцию П1 и П3 соответственно в количестве 200 ед. и 100 ед.. Потребителю  $B_1$  требуется продукция П1 и П2 в количестве 400 ед. и 100 ед., а потребителю  $B_2$  требуется продукция П1 и П3 соответственно в количестве 100 ед. и 100 ед. Стоимость поставки одной единицы продукции любого вида из пункта  $A_1$  в пункты  $B_1$  и  $B_2$  составляет соответственно 10 и 20 ден. ед., а из пункта  $A_2$  в пункты  $B_1$  и  $B_2$  составляет соответственно 25 и 5 ден. ед..

Составьте оптимальный план поставки продукции. Определите минимальные суммарные транспортные расходы на все поставки.

Образец типового варианта кейс-задачи  
«Тема 12. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с очередью»

На станцию технического обслуживания прибывает в среднем 6 автомобилей в час (пуассоновский поток). Работает 4 бригады квалифицированных специалистов, каждая из которых может осуществить осмотр технического состояния автомобиля в среднем за 20 мин. (время обслуживания распределено по экспоненциальному закону). Руководство станции технического обслуживания ввело новые правила осмотра технического состояния автомобилей, вследствие чего среднее время осмотра увеличилось до 28 мин.

а) На сколько увеличится средняя длина очереди после введения новых правил осмотра технического состояния автомобилей?

б) Чему будет равно среднее время пребывания на станции технического обслуживания после введения новых правил осмотра автомобилей?

в) Как изменится время пребывания на станции технического обслуживания, если увеличить кадровый состав станцию технического обслуживания на одну бригаду?

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-2.1	Тема 1. Задача линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования		
	1.1. Теоретические вопросы	Знание	8 – ЗТЗ, 2 – ОТЗ
	1.2. Выбор модели прикладной ЗЛП	Умение	6 – ЗТЗ
	1.3. Выбор допустимого решения ЗЛП	Умение	6 – ЗТЗ
	1.4. Определение направления возрастания/убывания целевой функции	Умение	6 – ОТЗ
	1.5. Определение оптимального решения ЗЛП графическим методом (по чертежу)	Умение	6 – ОТЗ
	1.6. Определение оптимального решения ЗЛП	Навык/действие	6 – ОТЗ
	Итого по теме	Знание	8 – ЗТЗ, 2 – ОТЗ
	Умение	12 – ЗТЗ 12 – ОТЗ	
	Навык/действие	6 – ОТЗ	
ОПК-2.1	Тема 2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	Знание	6 – ЗТЗ
		Умение	6 – ОТЗ

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-2.1	Тема 3. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов решения транспортной задачи		
	3.1. Теоретические вопросы	Знание	6 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
	3.2. Исследование ТЗ на выполнение условия баланса	Навык/действие	6 – ОТЗ
	3.3. Выбор наилучшего опорного плана ТЗ	Навык/действие	6 – ОТЗ
	3.4. Определение цикла ТЗ	Умение	6 – 3ТЗ
	3.5. Определение начальной вершины цикла ТЗ	Навык/действие	6 – ОТЗ
	3.6. Определение величины поставки, перераспределяемой по циклу ТЗ	Умение	6 – ОТЗ
	3.7. Исследование опорного плана ТЗ на оптимальность	Навык/действие	6 – 3ТЗ
	Итого по теме	Знание	6 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	6 – 3ТЗ 6 – ОТЗ
Навык/действие		18 – ОТЗ 6 – 3ТЗ	
ОПК-2.1	Тема 4. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность	Умение	8 – 3ТЗ
ОПК-2.1	Тема 5. Многопродуктовая транспортная задача	Умение	6 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 6. Математическая модель задачи о назначениях и ее применение для решения задач о распределении транспортных средств на маршруты	Умение	6 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 7. Элементы теории графов. Моделирование транспортных сетей с использованием графов	Знание	6 – 3ТЗ
		Умение	6 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 8. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами транспортной сети	Навык/действие	6 – 3ТЗ
ОПК-2.1	Тема 9. Задача о максимальном потоке в транспортной сети	Умение	8 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 10. Транспортная задача с промежуточными пунктами	Умение	6 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 11. Системы массового обслуживания. Показатели эффективности системы транспортного обслуживания с отказами.		
	11.1. Теоретические вопросы	Знание	4 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
	11.2. Определение интенсивности потока обслуженных заявок	Умение	6 – ОТЗ
	11.3. Определение параметров эффективности СМО с отказами	Навык/действие	6 – ОТЗ
	Итого по теме	Знание	4 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	6 – ОТЗ
		Навык/действие	6 – ОТЗ
ОПК-2.1	Тема 12. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с очередью		
	8.1. Теоретические вопросы	Знание	4 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
	8.2. Проверка условия отсутствия неограниченного возрастания заявок в очереди в СМО с очередью	Умение	6 – 3ТЗ
	8.3. Определение параметров эффективности СМО с очередью	Навык/действие	6 – ОТЗ
	Итого по теме	Знание	4 – 3ТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	6 – 3ТЗ
		Навык/действие	6 – ОТЗ
		Итого	78 – 3ТЗ 106 – ОТЗ



Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

#### Образец типового варианта итогового теста

##### 1. Форма записи задачи линейного программирования

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 - 2x_2 \leq -8, \\ x_1 + x_2 \leq 5, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

Стандартная

Каноническая

Гауссовская

Общая

##### 2. Ранг матрицы системы ограничений транспортной задачи с 4 поставщиками и 6 потребителями равен...

Ответ. 9

##### 3. Являются ли решения $X=(1,2)$ и $X=(3,1)$ допустимыми решениями следующей ЗЛП?

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 \leq 4, \\ 3x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

Да

Нет

Только  $X = (1,2)$

Только  $X = (3,1)$

##### 4. Направление возрастания целевой функции ЗЛП

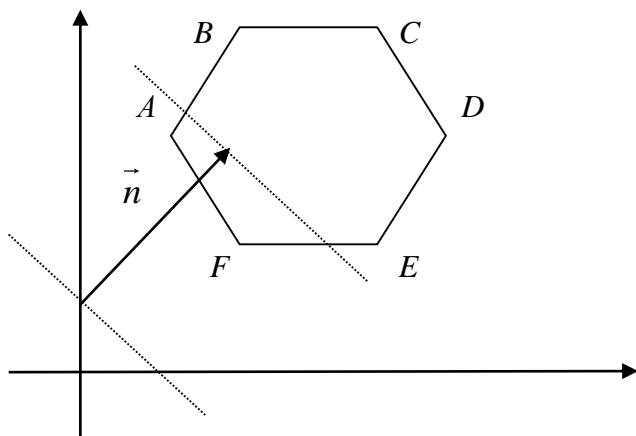
$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 \leq 4, \\ 3x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

определяет вектор ....

*В ответе запишите компоненты вектора через запятую, без пробелов.*

Ответ: 1,1

5. Наименьшее значение целевой функции, направление возрастания которой определяет вектор  $\vec{n}$ , достигается в точке....



Ответ:  $F$

6. Для изготовления изделий  $A$  и  $B$  склад может отпустить не более 150 м ткани, причем на одно изделие  $A$  расходуется 3 м, а на одно изделие  $B$  – 2,5 м ткани. Требуется составить план производства, при котором затраты на пошив изделий будут наименьшими, если изделий  $A$  требуется изготовить не менее 10 шт., а изделий  $B$  – не менее 15 шт. Затраты на пошив одного изделия  $A$  составляют 6 ден. ед., а на пошив одного изделия  $B$  – 3 ден. ед.

Математическая модель данной задачи имеет вид...

$$f(x_1, x_2) = 6x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

$$\checkmark \begin{cases} 3x_1 + 2,5x_2 \leq 150, \\ x_1 \leq 10, \\ x_2 \leq 15, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

$$\square \begin{cases} f(x_1, x_2) = 6x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \\ 2,5x_1 + 3x_2 \geq 150, \\ x_1 \leq 15, \\ x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

$$\square \begin{cases} f(x_1, x_2) = 3x_1 + 6x_2 \rightarrow \min \\ 3x_1 \leq 150, \\ 2,5x_2 \leq 150, \\ x_1 \leq 10, \\ x_2 \leq 15, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Нет правильной математической модели

7. Оптимальное решение  $(x_1, x_2)$  задачи линейного программирования.

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 \leq 4, \\ -x_1 + x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

имеет вид .....

В ответе укажите значения компонент  $x_1$  и  $x_2$  через запятую, без пробелов.

Ответ. 4,0

8. Каноническая форма задачи линейного программирования

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 \leq 4, \\ -x_1 + x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$$

имеет .... переменных

Ответ. 5

9. При решении ЗЛП, в которой требуется найти наибольшее значение целевой функции, получена следующая симплекс-таблица:

Базисные переменные	$b_i$	Свободные переменные		Оценочные отношения
		$-x_1$	$-x_2$	
$x_3$	8	-1	4	
$x_4$	10	2	-5	
$x_5$	6	1	3	
$f$	100	-3	6	

Опорный план  $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ , соответствующий данной симплекс-таблице, имеет вид .....

В ответе укажите значения компонент  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  через запятую, без пробелов.

Ответ. 0,0,8,10,6

10. Сколько единиц груза можно переместить по циклу, построенному для клетки (3,2)?

Поставщики	Потребители					Предложение $a_i$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$A_1$	1 200	6	9	3 0	4	200
$A_2$	3	2 100	2 250	4 50	5	400
$A_3$	4	5	4	7 300	6 200	500
Спрос $b_j$	200	100	250	350	200	

Ответ. 100

11. При каком значении  $b$  транспортная задача является закрытой?

Поставщики	Потребители			Предложение
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	
$A_1$	1	6	9	$100 + b$
$A_2$	3	2	2	200
Спрос	50	$60 + 3b$	90	

Ответ. 50

12. Ломанная, построенная по клеткам таблицы, является...

Поставщики	Потребители					Предложение $a_i$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$A_1$	1 200	6	9	3 0	4	200
$A_2$	3	2 100	2 250	4 50	5	400
$A_3$	4	5	4	7 300	6 200	500
Спрос $b_j$	200	100	250	350	200	

- Циклом, имеющим 6 вершин
- Циклом, имеющим 8 вершин
- Циклом, имеющим 4 вершины
- Не является циклом

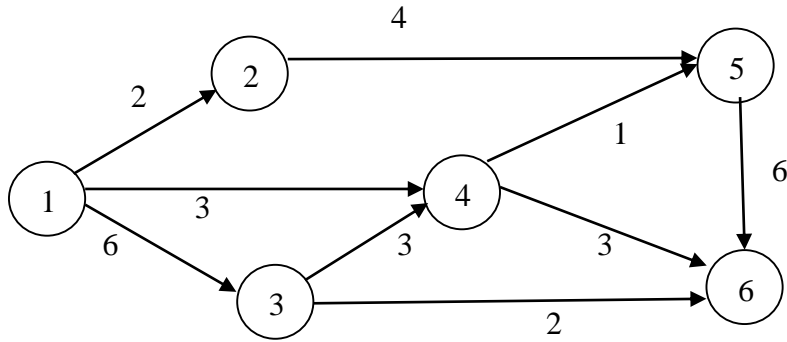
13. Для какой клетки таблицы поставок нужно строить цикл при решении транспортной задачи методом потенциалов?

*В ответе укажите сначала номер строки, а затем номер столбца, на пересечении которых расположена клетка, без пробела и запятой.*

Поставщики	Потребители					Предложение $a_i$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$A_1$	1 150	3 50	4	2	5	200
$A_2$	1 100	2 0	4	1 100	7	200
$A_3$	3	4	5 150	9	9 150	300
Спрос $b_j$	100	150	200	100	150	

Ответ. 15

14. Транспортная сеть представлена в виде графа, над ребрами которого указаны их пропускные способности.

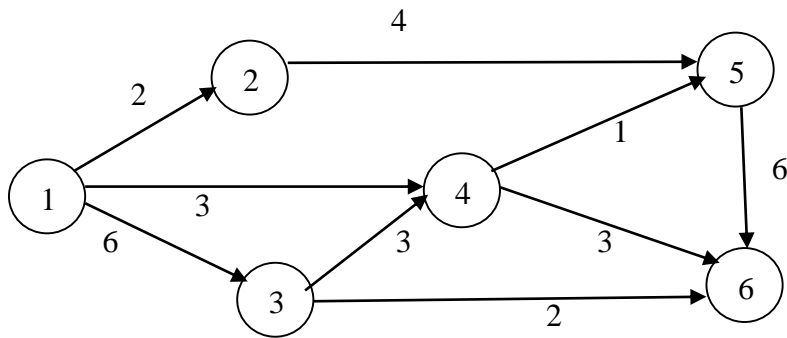


Кратчайший путь из пункта 1 в пункт 6 транспортной сети, определяется как последовательность пунктов .....

*В ответе укажите последовательность номеров пунктов в порядке их возрастания через запятую, без пробелов.*

Ответ. 1,4,6

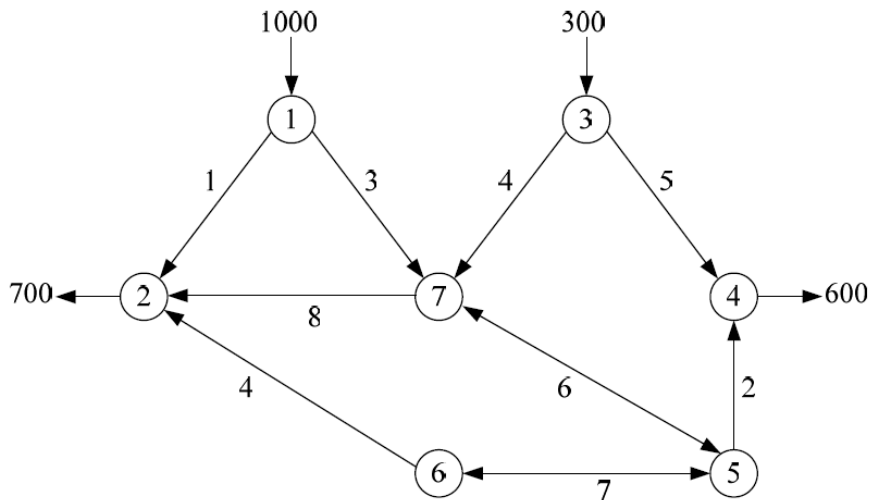
15. Транспортная сеть представлена в виде графа, над ребрами которого указаны их пропускные способности.



Пропускная способность пути  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$  равна....

Ответ. 1

16. В транспортной системе, представленной графом, количество транзитных пунктов равно ....



Ответ. 3

17. Абсолютная пропускная способность  $n$ -канальной СМО с отказами определяется по формуле....

$\frac{\rho^n}{n!} p_0$

$1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0$

$\lambda \left( 1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0 \right)$

$\frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}}$

18. Среднее время обслуживания клиента кассиром банка составляет 8 мин. Интенсивность потока обслуженных клиентов будет равна .... клиентов в час

*Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив её до сотых.*

Ответ. 0,125

19. Железнодорожную станцию дачного посёлка обслуживает касса с двумя окнами. В выходные дни интенсивность потока пассажиров составляет 0,9 чел./мин. Кассир затрачивает на обслуживание пассажира в среднем 2 мин. Будет ли неограниченно возрастать очередь в кассу?

Да

Нет

20. На автозаправочной станции установлены 2 колонки для выдачи бензина. На станцию прибывает в среднем одна машина в 3 мин. Если прибывшая на автозаправочную станцию машина застает обе колонки занятыми, то она не становится в очередь, а уезжает на соседнюю станцию. Среднее время обслуживания одной машины составляет 2 мин. Вероятность того, что машина не будет обслужена, равна....

*Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив её до сотых.*

Ответ. 0,88

### 3.3 Типовые контрольные задания для выполнения проверочных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения проверочных работ.

Образец типового варианта проверочной работы

«Тема 1. Задача линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования»

1. Дана общая задача линейного программирования:

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 3 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 97; \\ x_1 + 7x_2 \geq 77 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \quad L(x) = 3x_1 + 4x_2$$

Построить на плоскости область допустимых решений задачи и геометрически найти максимум и минимум линейной функции цели  $L(x)$ .

2. Предприятию нужно перевезти со склада по железной дороге изделия трех видов  $I_1, I_2, I_3$ ;  $p = (784, 552, 567)$  – запасы изделий  $I_1, I_2, I_3$ .

Для перевозки изделий подразделение железной дороги может выделить специально оборудованные вагоны двух типов  $A$  и  $B$ .

Для полной загрузки вагонов следует помещать в него изделия всех трех типов.

Известно:

$a = (16, 8, 5)$  – загрузка вагона типа  $A$  изделиями  $I_1, I_2, I_3$ ;

$b = (4, 7, 9)$  – загрузка вагона типа  $B$  изделиями  $I_1, I_2, I_3$ .

Экономия от перевозки груза в вагонах типов  $A$  и  $B$  соответственно равна  $\alpha = 4$  и  $\beta = 6$  условных единиц.

Сколько вагонов каждого типа следует выделить, чтобы экономия от перевозки груза была наибольшей?

Решить задачу геометрическим методом.

Образец типового варианта проверочной работы

«Тема 2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования»

Предприятию нужно перевезти со склада по железной дороге изделия трех видов  $I_1, I_2, I_3$ ;  $p = (784, 552, 567)$  – запасы изделий  $I_1, I_2, I_3$ .

Для перевозки изделий подразделение железной дороги может выделить специально оборудованные вагоны двух типов  $A$  и  $B$ .

Для полной загрузки вагонов следует помещать в него изделия всех трех типов.

Известно:

$a = (16, 8, 5)$  – загрузка вагона типа  $A$  изделиями  $I_1, I_2, I_3$ ;

$b = (4, 7, 9)$  – загрузка вагона типа  $B$  изделиями  $I_1, I_2, I_3$ ;

Экономия от перевозки груза в вагонах типов  $A$  и  $B$  соответственно равна  $\alpha = 4$  и  $\beta = 6$  условных единиц.

Сколько вагонов каждого типа следует выделить, чтобы экономия от перевозки груза была наибольшей?

Решить задачу симплекс-методом.

Образец типового варианта проверочной работы

«Тема 3. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов решения транспортной задачи»

1. На станциях  $A_1, A_2, A_3$  есть избыток порожних вагонов в количестве  $a_1 = 200, a_2 = 175, a_3 = 225$  соответственно; потребности порожних вагонов на станциях  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  соответственно равны

$$b_1 = 100, b_2 = 130, b_3 = 180, b_4 = 190, b_5 = 100.$$

Расстояния в десятках километров между станциями  $A_i$  и  $B_j$  ( $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4, 5$ )

представлены в матрице состояний  $C = \begin{pmatrix} 5 & 7 & 4 & 2 & 5 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 10 \\ 2 & 3 & 6 & 8 & 7 \end{pmatrix}$ .

Составить оптимальный план поставок порожних вагонов, при котором суммарный порожний пробег будет минимальным.

2. Для транспортной задачи, исходные данные которой приведены в таблице:

Поставщики	Потребители					Предложение $a_i$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$A_1$	3	1	3	4	3	10
$A_2$	5	1	2	2	6	30
$A_3$	2	3	4	1	1	60
$A_4$	6	2	5	3	2	10
$A_5$	3	7	4	4	1	60
Спрос $b_j$	10	30	30	30	40	

Составьте оптимальный план поставок продукта, определите минимальные суммарные транспортные расходы на все перевозки.

#### Образец типового варианта проверочной работы

«Тема 6. Математическая модель задачи о назначениях и ее применение для решения задач о распределении транспортных средств на маршруты»

Пусть автотранспортному предприятию необходимо иметь 5 грузовых автомобилей: 3 автомобиля ГАЗ–3302 грузоподъемностью 1,5 т. и 2 автомобиля ГАЗ–53 грузоподъемностью 3 т. Стоимость аренды автомобиля ГАЗ–3302 составляет 1000 руб., а автомобиля ГАЗ–53 – 1500 руб.

Предприятие получило заказы от 5 клиентов на перевозку грузов в объемах 1 т., 3,85 т., 1,45 т., 2,25 т. и 1,45 т. грузов соответственно.

Требуется составить план назначений грузовых автомобилей на выполнение заказов клиентов таким образом, чтобы суммарные затраты всех клиентов на аренду автомобилей были бы минимальными.

Определите клиентов, заказы которых будут выполнять автомобили ГАЗ–53, и сколько рейсов должен будет сделать каждый из автомобилей ГАЗ–53. Чему будут равны суммарные затраты клиентов на аренду автомобилей?

#### Образец типового варианта проверочной работы

«Тема 7. Элементы теории графов. Моделирование транспортных сетей с использованием графов»

1. Для заданных графов найти матрицы смежности, инцидентности и список ребер. Определить валентность каждой вершины графов.



2. По заданным матрицам смежности построить графы. Записать соответствующие матрицы инцидентности. Определить валентность каждой вершины.



$$a) A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad б) A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

3. По заданным матрицам инцидентности построить графы. Записать соответствующие матрицы смежности. Определить валентность каждой вершины.

$$a) B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad б) B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

### Образец типового варианта проверочной работы

#### «Тема 8. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами транспортной сети»

На рисунке изображена сеть автомобильных дорог, связывающих между собой восемь населённых пунктов. Величина автомобильного пробега между населёнными пунктами  $i$  и  $j$  составляет  $c_{ij}$  десятков км.:  $c_{12}=1$ ,  $c_{13}=5$ ,  $c_{14}=16$ ,  $c_{23}=2$ ,  $c_{26}=1$ ,  $c_{27}=16$ ,  $c_{34}=15$ ,  $c_{35}=17$ ,  $c_{45}=17$ ,  $c_{48}=17$ ,  $c_{58}=5$ ,  $c_{65}=8$ ,  $c_{67}=6$ ,  $c_{68}=14$ ,  $c_{78}=1$ . Найти кратчайший путь движения автомобилей из населённого пункта 1 в пункт 8 и его длину, определив индексы вершин графа, изображающего данную сеть автомобильных дорог.

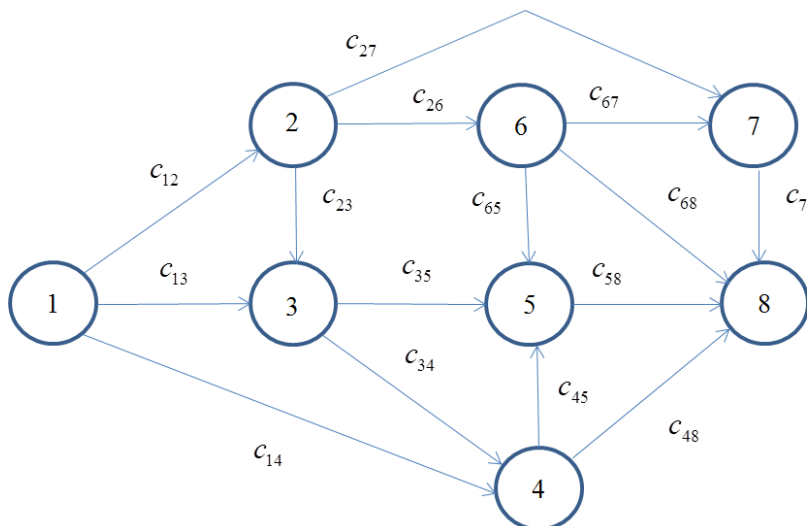


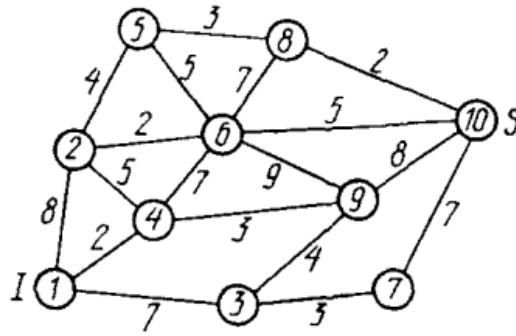
Рис. Сеть автомобильных дорог

### Образец типового варианта проверочной работы

#### «Тема 9. Задача о максимальном потоке в транспортной сети»

Над ребрами графа, изображающего транспортную сеть, указаны пропускные способности ребер. Предполагается, что пропускные способности ребер в обоих направлениях одинаковы. Требуется:

- сформировать поток максимальной мощности, направленный из пункта I в пункт S;
- выписать ребра, образующие на сети разрез минимальной пропускной способности.



Образец типового варианта проверочной работы  
«Тема 10. Транспортная задача с промежуточными пунктами»

Пусть однородный груз, сосредоточенный на трёх железнодорожных станциях  $A$ ,  $B$  и  $C$  в объёмах соответственно 100, 200, 300 ед., необходимо перевезти по железной дороге на станции  $F$ ,  $G$  и  $P$  в объёмах 50, 250, 300 ед. соответственно. Перевозка груза осуществляется через станции  $D$  и  $E$ . Известны стоимости перевозки одной ед. груза между станциями, которые составляют:

$$ad = 1, ae = 3, bd = 5, be = 4, cd = 5, ce = 4, df = 6, dg = 6, gf = 4, ep = 10, pg = 7 \text{ ден. ед.}$$

Составьте оптимальный план перевозки груза. Определите минимальные суммарные издержки на железнодорожные перевозки.

Образец типового варианта проверочной работы  
«Тема 11. Системы массового обслуживания. Показатели эффективности систем транспортного обслуживания с отказами»

1. На автозаправочную станцию (АЗС) с тремя заправочными колонками прибывает в среднем 0,9 автомобилей в минуту. Если заняты все колонки, то прибывший водитель автомобиля не встает в очередь, а покидает АЗС. Среднее время заправки составляет 2,5 минуты. Найдите абсолютную и относительную пропускные способности АЗС, вероятность того, что все заправочные колонки заняты, а также среднее число занятых колонок. Определите, сколько заправочных колонок должна иметь АЗС, чтобы вероятность отказов в обслуживании не превышала 0,06?

2. На вокзале в мастерской бытового обслуживания работают три мастера. Если клиент заходит в мастерскую, когда все мастера заняты, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Среднее число клиентов, обращающихся в мастерскую за 1 ч, равно 20. Среднее время, которое затрачивает мастер на обслуживание одного клиента, равно 6 мин. Определить вероятность того, что клиент получит отказ, будет обслужен, а также среднее число клиентов, обслуживаемых мастерской в течение 1 ч, и среднее число занятых мастеров. Сколько должно быть мастеров, чтобы обслужить не менее 95% из обращающихся в мастерскую клиентов.

**3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету**  
(для оценки знаний)

Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок

- 1.1 Постановка задачи линейного программирования (задача о распределении ресурсов).
- 1.2 Основные понятия: ограничения, целевая функция, допустимое решение, оптимальное решение, область допустимых решений.
- 1.3 Общая, нормальная и каноническая модели задачи линейного программирования.

- 1.6 Графический метод решения ЗЛП.
- 1.7 Двойственные ЗЛП, их экономический смысл.
- 1.8 Экономическая и математическая формулировка транспортной задачи.
- 1.9 Основное свойство транспортной задачи. Опорный план транспортной задачи (вырожденный и невырожденный).
- 1.10 Закрытая и открытая транспортная задача. Сведение открытой задачи транспортной задачи к закрытой.
- 1.11 Таблица поставок. Методы построения первоначального опорного плана поставок.
- 1.12 Проверка вырожденности и не вырожденности опорного плана по таблице поставок.
- 1.13 Понятие потенциалов. Критерий оптимальности опорного плана поставок.
- 1.14 Понятие цикла. Перераспределение поставки по циклу.
- 1.15 Транспортные задачи с дополнительными ограничениями на пропускную способность.
- 1.16 Задача о назначениях. Задача о расстановке транспортных средств на маршруты.

## Раздел 2. Моделирование задач оптимизации маршрутов поставок и потоковых процессов в транспортно-логистических сетях

- 2.1 Основные понятия теории графов: граф, ориентированный и неориентированный граф, исток и сток, петля, простой граф, взвешенный граф, понятие маршрута, пути и контура, понятие эйлера и гамильтонова цикла, понятие сети.
- 2.2 Транспортная задача с промежуточными пунктами. Классификация пунктов по графу (истинный пункт отправления, истинный пункт назначения, транзитный пункт). Понятие чистого запаса транзитного пункта и понятие буфера.
- 2.3 Сведение транспортной задачи с промежуточными пунктами к классической транспортной задаче.
- 2.4 Задача выбора кратчайшего пути.
- 2.5 Алгоритм решения задачи выбора кратчайшего пути на сети без контуров.
- 2.6 Задача о максимальном потоке в сети. Алгоритм определения максимального потока в сети и разреза сети с минимальной пропускной способностью.

## Раздел 3. Моделирование процессов транспортного обслуживания

- 3.1 Процессы и системы массового обслуживания, их классификация. Системы транспортного обслуживания.
- 3.2 Свойства потока требований и времени обслуживания требований в СМО.
- 3.3 СМО с ожиданием, показатели её эффективности.
- 3.4 СМО с очередью, показатели её эффективности.

### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к зачету (для оценки умений)

1. Записать следующую задачу линейного программирования в канонической форме, а затем в стандартном виде. Составить первую симплекс таблицу, проверить оптимальность первоначального опорного плана. Если первоначальный опорный план не является оптимальным, то выполнить одно его улучшение:

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 12, \\ 3x_1 - x_2 \leq 6, \\ 5x_1 + 2x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = -x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

2. На складах А, В, С находится сортовое зерно 150, 100, 250 т, которое нужно доставить в четыре пункта переработки зерна. Пункту 1 необходимо поставить 75 т, пункту 2 — 120, пункту 3 — 175, пункту 4 — 130 т сортового зерна. Стоимость доставки 1 т зерна со склада А в указанные пункты соответственно равна (д. е.) 80, 30, 50, 20; со склада В - 40, 10, 60, 70; со склада С - 10, 90, 40, 30. Требуется перевезти сортовое зерно со складов на пункты

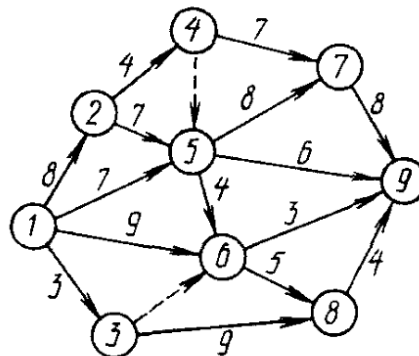
переработки таким образом, чтобы суммарные издержки на перевозку всего зерна были бы минимальны.

Составьте таблицу исходных данных задачи, найдите первоначальный опорный план поставки сортового зерна в пункты, проверьте его оптимальность. Если первоначальный план окажется не оптимальным, то выполните одно его улучшение.

3. По заданной матрице стоимостей перевозок  $C$ , вектору  $a$ , компонентами которого являются запасы поставщиков и вектору  $b$ , компонентами которого являются запросы потребителей, составить первоначальный опорный план поставок методом «северо-западного угла», проверить оптимальность построенного плана. Если план поставок не оптимальный, то провести одно его улучшение:

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 4 & 5 & 2 \\ 13 & 4 & 7 & 6 & 3 \\ 3 & 8 & 0 & 18 & 12 \\ 9 & 5 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix}, \quad a = (85, 112, 72, 120), \quad b = (75, 125, 64, 65, 60).$$

4. Определите кратчайший путь между пунктами 1 и 9 транспортной сети, изображенной на рисунке (над стрелками проставлены расстояния между пунктами):



### 3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Решить задачу линейного программирования графическим методом:

$$f(x_1, x_2) = 6x_1 - x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \leq 12, \\ x_1 + x_2 \leq 14, \\ -3x_1 + x_2 \leq 6, \\ -x_1 + x_2 \leq -2, \\ x_1, x_2 \geq 0; \end{cases}$$

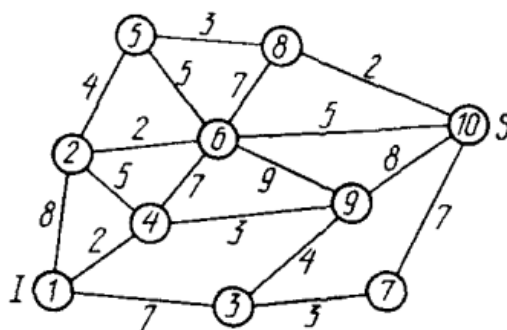
2. На автозаправочной станции установлены 2 колонки для выдачи бензина. На станцию прибывает в среднем одна машина в 3 мин. Если прибывшая на автозаправочную станцию машина застаёт обе колонки занятыми, то она не становится в очередь, а уезжает на соседнюю станцию. Среднее время обслуживания одной машины составляет 2 мин. Определить вероятность того, что машина не будет обслужена, абсолютную и относительную пропускные способности автозаправочной станции.

3. Железнодорожную станцию дачного посёлка обслуживает касса с двумя окнами. В выходные дни, когда население активно пользуется железной дорогой, интенсивность потока пассажиров составляет 0,9 чел./мин. Кассир затрачивает на обслуживание пассажира в

среднем 2 мин. Определить среднее число пассажиров у кассы и среднее время, затрачиваемое пассажиром на приобретение билета.

4. Над ребрами графа, изображающего транспортную сеть, указаны пропускные способности ребер. Предполагается, что пропускные способности ребер в обоих направлениях одинаковы. Требуется:

- сформировать поток максимальной мощности, направленный из пункта I в пункт S;
- выписать ребра, образующие на сети разрез минимальной пропускной способности.



#### 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Кейс-задача	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока решения кейс-задач должен довести до сведения обучающихся предлагаемые кейс-задачи. Решенные кейс-задачи в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю
Проверочная работа	Проверочные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов проверочной работы по теме не менее двух. Во время выполнения проверочной работы разрешено пользоваться тетрадями для практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения проверочной работы, доводит до обучающихся тему проверочной работы, количество заданий в проверочной работе, время ее выполнения. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения проверочной работы; проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает

среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

**Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.