

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

**Б1.Б.24 Экономико-математическое  
моделирование транспортных процессов**  
**рабочая программа дисциплины**

Направление подготовки – 38.03.02 Менеджмент  
Профиль подготовки – Логистика и управление цепями поставок  
Программа подготовки – прикладной бакалавриат  
Квалификация выпускника – бакалавр  
Форма обучения – очная  
Нормативный срок обучения – 4 года  
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 4                      Формы промежуточной аттестации в семестрах:  
Часов по учебному плану – 144                      экзамен 2

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	18	18
– лабораторные	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</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 ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент (уровень бакалавриата), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 г. № 7, и на основании учебного плана по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, профиль «Логистика и управление цепями поставок», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 30.04.2020 протокол № 10.

Программу составил:  
доцент кафедры «Математика», к. т. н., доцент

Н.В. Банина

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент на заседании кафедры «Математика».  
Протокол от «10» апреля 2020 г. № 17

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент

Н. Л. Рябченко

Согласовано  
Кафедра «Менеджмент»,  
протокол от «16» марта 2020 г. № 9  
Зав. кафедрой, к.э.н., доцент

О.А. Фрейдман

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель освоения дисциплины</b>	
1.1.1	формирование способностей необходимых для осуществления деятельности в организациях различной организационно–правовой формы, основанной на применении экономико-математического моделирования и направленной на оптимизацию транспортных процессов
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1.2.1	обучение экономико-математическим методам и моделям, используемым при решении задач оптимизации транспортных процессов
1.2.2	выработка навыков решения задач управления транспортными процессами методами экономико-математического моделирования
1.2.3	выработка навыков экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на повышение эффективности транспортных перевозок.
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;</li> <li>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;</li> <li>– популяризация научных знаний среди обучающихся;</li> <li>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;</li> <li>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;</li> <li>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности</li> </ul>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – 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 достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>	

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
2.1.1	Б1.Б.07 Математика
2.1.2	Б1.Б.22 Информатика
<b>2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
2.2.1	Б1.Б.08.01 Теория статистики
2.2.2	Б1.Б.08.02 Социально-экономическая статистика
2.2.3	Б1.Б.10 Экономика организаций
2.2.4	Б1.Б.11.01 История управленческой мысли
2.2.5	Б1.Б.14 Налоги
2.2.6	Б1.Б.23 Экономическая теория
2.2.7	Б1.Б.24 Экономико-математическое моделирование транспортных процессов

2.2.8	Б1.В.04 Ценообразование
2.2.9	Б1.В.08 Экономика отрасли
2.2.10	Б1.В.11 География транспорта
2.2.11	Б1.В.12 Международный маркетинг и внешнеэкономическая деятельность
2.2.12	Б1.В.ДВ.10.01 Международные экономические отношения
2.2.13	Б1.В.ДВ.10.02 Мировая экономика
2.2.14	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**ОК-3: способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности**

#### **Минимальный уровень освоения компетенции**

Знать	отдельные экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами; возможности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel
Уметь	решать отдельные типовые задачи оптимизации транспортных процессов методами экономико–математических моделирования; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel
Владеть	навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на оптимизацию транспортных процессов; навыками применения отдельных экономико-математических методов и моделей при решении задач управления транспортными процессами

#### **Базовый уровень освоения компетенции**

Знать	экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами; возможности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel
Уметь	решать типовые задачи оптимизации транспортных процессов путем применения экономико–математических методов и моделей; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel
Владеть	навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на повышение эффективности транспортных перевозок; навыками выбора и применения экономико-математических методов и моделей при решении задач управления транспортными процессами

#### **Высокий уровень освоения компетенции**

Знать	экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами, их сравнительные характеристики; особенности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel
Уметь	решать задачи оптимизации транспортных процессов (типовые и более высокого уровня сложности) путем обоснованного применения экономико–математических методов и моделей; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel
Владеть	навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на повышение эффективности транспортных перевозок; навыками выбора и адаптации экономико-математических моделей к задачам управления транспортными процессами, посредством обоснованного изменения ограничений и целей управления

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	экономико-математические модели и методы, используемые при решении задач оптимизации транспортных перевозок: модели и методы линейного программирования; методы решения задач оптимизации поставок и маршрутизации движения транспортных средств; модели систем массового обслуживания и методы оценки их эффективности
<b>Уметь</b>	
1	решать задачи управления транспортными процессами методами экономико-математического моделирования: задачу о распределении ресурсов, транспортную задачу (классическую, с ограничениями на пропускную способность, многопродуктовую, с промежуточными пунктами),

	задачу о назначениях, задачи маршрутизации движения транспортных средств
2	проводить экономико-математический анализ эффективности систем массового обслуживания (с отказами и с очередью)
<b>Владеть</b>	
1	навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на оптимизацию транспортных процессов
2	навыками выбора и применения экономико-математических методов и моделей при решении задач управления транспортными процессами

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок</b>				
1.1	Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи ЗЛП. Опорный план. Графический метод решения ЗЛП /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Э1
1.2	Решение задач линейного программирования графическим методом /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Л3.1 Э1
1.3	Решение задач линейного программирования /Лаб/	2	2	ОК-3	Л3.2
1.4	Моделирование и решение задач линейного программирования /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Э1
1.5	Моделирование и решение целочисленных задач линейного программирования /Лаб/	2	2	ОК-3	Л3.2
1.6	Модель транспортной задачи. Закрытая и открытая транспортная задача. Опорный план поставок. Методы построения первоначального опорного плана поставок /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Э1
1.7	Метод потенциалов решения транспортной задачи /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Э1
1.8	Определение первоначального плана поставок в транспортных задачах. Приведение открытой транспортной задачи к закрытой /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Э1
1.9	Решение транспортных задач методом потенциалов /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Э1
1.10	Моделирование транспортных задач /Лаб/	2	2	ОК-3	Л4.2
1.11	Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность. Многопродуктовые транспортные задачи /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1
1.12	Определение оптимального плана поставок при наличии ограничений на пропускную способность /Пр/	2	2	ОК-3	Л2.1 Э1
1.13	Дополнительные ограничения на пропускную способность и многопродуктовые транспортные задачи /Лаб/	2	3	ОК-3	Л3.2
1.14	Задача о назначениях. Расстановка транспортных средств на маршруты /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Э1
1.15	Решение задачи о назначении транспортных средств на маршруты /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л2.1 Э1
1.16	Моделирование задач о назначениях транспортных средств на перевозки грузов /Лаб/	2	2	ОК-3	Л3.2
1.17	Изучение теоретических вопросов с	2	30	ОК-3	Л1.1 Л1.2

	использованием конспекта лекций и учебной литературы. Выполнение ИДЗ «Графический метод решения ЗЛП», ИДЗ «Транспортная задача» /Ср/				Л2.1 Л3.1 Л4.1 Э1
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств</b>			ОК-3	
2.1	Элементы теории графов. Моделирование транспортных сетей с использованием графов. Транспортная задача с промежуточными пунктами /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Э1
2.2	Задача о кратчайшем пути и коммивояжера, подходы к их решению /Лек/	2	2	ОК-3	Л2.1 Л3.1 Э1
2.3	Сведение задачи о промежуточных пунктах к классической транспортной задаче. Решение задачи о выборе кратчайшего пути /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.2 Л3.1 Э1
2.4	Транспортная задача с промежуточными пунктами /Лаб/	2	2	ОК-3	Л3.2
2.5	Моделирование задач маршрутизации /Лаб/	2	2	ОК-3	Л3.2
2.6	Изучение теоретических вопросов с использованием конспекта лекций и учебной литературы. Выполнение ИДЗ «Задача о кратчайшем пути» /Ср/	2	12	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Л4.1 Э1
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Моделирование процессов транспортного обслуживания</b>				
3.1	Процессы и системы массового обслуживания (СМО), их классификация и особенности моделирования. Системы транспортного обслуживания. Модель СМО с ожиданием и показатели её эффективности /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л3.1 Э1
3.2	Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с отказами /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л3.1 Э1
3.3	Модель СМО с очередью и показатели её эффективности /Лек/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л3.1 Э1
3.4	Оценка эффективности систем транспортного обслуживания с очередью /Пр/	2	2	ОК-3	Л1.1 Л3.1 Э1
3.5	Оценка эффективности систем транспортного обслуживания /Лаб/	2	3	ОК-3	Л3.2
3.6	Изучение теоретических вопросов с использованием конспекта лекций и учебной литературы. Выполнение ИДЗ «Системы массового обслуживания» /Ср/	2	12	ОК-3	Л1.1 Л3.1 Л4.1 Э1
3.7	Форма промежуточной аттестации – экзамен	2	36	ОК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л3.1 Э1

### **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 данной 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**

<b>6.1 Учебная литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Горлач Б.А.	Исследование операций: учеб. пособие	СПб: Лань, 2013	104
Л1.2	Балдин К.В., Брызгалов Н.А., Рукоусев А.В.	Математическое программирование: учебник <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=453243">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=453243</a> [Электронный ресурс]	М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2016	100% онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Казанская О.В., Юн С.Г., Альсова О.К.	Модели и методы оптимизации. Практикум: учебное пособие <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228848">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228848</a> [Электронный ресурс]	Новосибирск: НГТУ, 2012.	100% онлайн
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Гефан Г.Д.	Экономико-математические методы и модели. Ч.1. Некоторые методы исследования операций: учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2010	450
			Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
Л3.2	Банина Н.В.	Экономико-математическое моделирование транспортных процессов: лабораторный практикум	Иркутск: ИрГУПС, 2017	193
			Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Толстых О.Д., Петрякова Е.А.	Варианты индивидуальных домашних заданий (ИДЗ)	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Электронные ресурсы библиотечной системы «Университетская библиотека онлайн» ( <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> )			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; 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> ; 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> ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное			

	обеспечение по лицензии BSD License
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>	
Использование специализированного программного обеспечения не предусмотрено	
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.3.1	Математическая энциклопедия ( <a href="http://enc.biblioclub.ru/Encyclopedia/128_Matematicheskaya_enciklopediya">http://enc.biblioclub.ru/Encyclopedia/128_Matematicheskaya_enciklopediya</a> )

<b>7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
7.1	<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.</p> <p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521</p>
7.2	Учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507, Г-307 для проведения лабораторных занятий
7.3	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальные залы;</li> <li>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507</li> </ul>
<p>Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80</p>	

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Во время лекционных занятий студент 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, студенту необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, а также алгоритмы решения тех или иных классов задач рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы при изучении конспекта они выделялись и лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции.</p> <p>Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Если при изучении материала у обучающегося возникают вопросы, на которые он не может самостоятельно найти ответа, то в этом случае ему следует обратиться к преподавателю за консультацией.</p>
Практическое занятие	<p>На практических занятиях обучающиеся закрепляют и расширяют знания, полученные на лекции путем выполнения различных заданий репродуктивного и реконструктивного уровня. Решение задач производится или на основе коллективного обсуждения и выработки</p>



	<p>плана решения задачи или самостоятельно. На практическом занятии преподавателем осуществляется проверка и контроль знаний и умений, полученных в результате самостоятельной внеаудиторной работы и изучения основной и дополнительной литературы.</p> <p>В результате практических занятий у студентов формируются навыки решения типовых задач, практического применения различных математических методов и анализа получаемых решений. Для закрепления навыков, полученных на практических занятиях, обучающемуся рекомендуется выполнять индивидуальные домашние задания по изучаемым темам.</p>
Лабораторная работа	<p>В результате выполнения лабораторных работ обучающийся приобретает навыки исследования процессов, изучаемых в рамках данной дисциплины, с использованием компьютерных технологий и современных программных средств.</p> <p>Расчетно–аналитическая часть лабораторных работ, предусмотренных данной рабочей программой, выполняется с использованием табличного редактора MS Excel 2010. По окончании выполнения лабораторной работы обучающийся осуществляет защиту лабораторной работы, отвечая на контрольные вопросы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на формирование у обучающихся умений и навыков, необходимых не только для решения рассматриваемых в рамках дисциплины типовых задач, но и для решения конкретных профессионально–ориентированных проблем.</p> <p>Самостоятельная работа студента заключается в чтении конспектов лекций и учебной литературы; выполнении индивидуальных домашних заданий по изучаемым темам; подготовке к защите лабораторных работ, текущему контролю и промежуточной аттестации (экзамену).</p>
<p>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.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.Б.24 Экономико-математическое моделирование транспортных  
процессов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.Б.24 Экономико-математическое моделирование**  
**транспортных процессов**

Направление подготовки – 38.03.02 Менеджмент

Профиль подготовки – Логистика и управление цепями поставок

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Математика» участвует в формировании компетенции:

**ПК-3:** способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-3 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции		Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Б1.Б.08.01	Теория статистики	3	3
		Б1.Б.08.02	Социально-экономическая статистика	4	4
		Б1.Б.10	Экономика организаций	5	5
		Б1.Б.11	Теория менеджмента	1	1
		Б1.Б.11.01	История управленческой мысли	8	7
		Б1.Б.14	Налоги	1, 2	1, 2
		Б1.Б.23	Экономическая теория	2	2
		Б1.Б.24	Экономико-математическое моделирование транспортных процессов	5	5
		Б1.В.04	Ценообразование	8	7
		Б1.В.08	Экономика отрасли	3	3
		Б1.В.11	География транспорта	4, 5	4, 5
		Б1.В.12	Международный маркетинг и внешнеэкономическая деятельность	6	6
		Б1.В.ДВ.10.01	Международные экономические отношения	6	6
		Б1.В.ДВ.10.02	Мировая экономика	8	7
		Б3.Б.01	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	3	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-3 планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок,	Минимальный уровень	Знать отдельные экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами; возможности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel;

		<p>Раздел 2.          Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств,          Раздел 3.          Моделирование процессов транспортного обслуживания</p>		<p>Уметь решать отдельные типовые задачи оптимизации транспортных процессов методами экономико–математического моделирования; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel</p>
				<p>Владеть навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на оптимизацию транспортных процессов; навыками применения отдельных экономико-математических методов и моделей при решении задач управления транспортными процессами.</p>
			<p>Базовый уровень</p>	<p>Знать экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами; возможности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel;</p>
				<p>Уметь решать типовые задачи оптимизации транспортных процессов путем применения экономико–математических методов и моделей; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel</p>
				<p>Владеть навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на повышение эффективности транспортных перевозок; навыками выбора и применения экономико-математических методов и моделей при решении задач управления транспортными процессами.</p>
			<p>Высокий уровень</p>	<p>Знать экономико–математические методы и модели, применяемые при решении задач управления транспортными процессами, их сравнительные характеристики; особенности реализации указанных методов на ПЭВМ с использованием программы MS Excel;</p>
				<p>Уметь решать задачи оптимизации транспортных процессов (типовые и более высокого уровня сложности) путем обоснованного применения экономико–математических методов и</p>

				моделей; находить численное решение указанных задач с использованием программы MS Excel
				Владеть навыками экономико-математического анализа информации при принятии управленческих решений, направленных на повышение эффективности транспортных перевозок; навыками выбора и адаптации экономико-математических моделей к задачам управления транспортными процессами, посредством обоснованного изменения ограничений и целей управления

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1	1–10	Текущий контроль	Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок	ОК-3 ИДЗ «Симплекс–метод», «Транспортная задача», (письменно), защита ЛР№1–5 (устно)
2	11–14	Текущий контроль	Раздел 2. Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств	ОК-3 ИДЗ «Транспортная задача с промежуточными пунктами» (письменно), защита ЛР№6,7 (устно)
3	15–18	Текущий контроль	Раздел 3. Моделирование процессов транспортного обслуживания	ОК-3 ИДЗ «Системы массового обслуживания» (письменно), защита ЛР№8 (устно)
4	18	Текущий контроль	Разделы 1–3	ОК-3 Тестирование (компьютерные технологии)
5	19-21	Промежуточная аттестация	Разделы 1–3	ОК-3 Экзамен (устно, письменно), тестирование (компьютерные технологии)

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования, 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 заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации

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

Перечень средств оценки сформированности компетенций представлен в нижеследующей таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Рекомендуются для оценки знаний, умений и владений обучающихся	Комплекты задач для выполнения ИДЗ
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«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
«хорошо»		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
«удовлетворительно»		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	Минимальный

		задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	
«неудовлетворительно»	«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	Компетенции не сформированы

### Критерии и шкала оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания ИДЗ. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. ИДЗ оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Ответил на все дополнительные вопросы на защите ИДЗ
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание ИДЗ с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении ИДЗ. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите ИДЗ
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание ИДЗ с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления ИДЗ имеет недостаточный уровень. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей
«неудовлетворительно»	При выполнении ИДЗ обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Обучающийся не способен пояснить полученные результаты. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей

#### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений

## Тестирование

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### 3. 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

#### 3.1 Комплекты типовых задач для выполнения индивидуальных домашних заданий (ИДЗ)

##### Комплект задач для выполнения ИДЗ

###### «Симплекс–метод»

*Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:* ПК–10.

*Расположение:* электронная информационно–образовательная среда

ИрГУПС (доступ осуществляется через личный кабинет студента)

*Количество вариантов:* 30.

###### Образец типового варианта

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 геометрически и симплекс–методом.

##### Комплект задач для выполнения ИДЗ

###### «Транспортная задача»

*Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:* ПК–10.

*Расположение:* электронная информационно–образовательная среда

ИрГУПС (доступ осуществляется через личный кабинет студента)

*Количество вариантов:* 30

###### Образец типового варианта

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 перевозок порожних вагонов, при котором суммарный порожний пробег будет минимальным.

**Комплекты задач для выполнения ИДЗ**  
**«Транспортная задача с промежуточными пунктами»**

*Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:* ПК–10.

*Расположение:* электронная информационно–образовательная среда ИРГУПС (доступ осуществляется через личный кабинет студента)

Пусть однородный груз, сосредоточенный на трёх железнодорожных станциях  $A$ ,  $B$  и  $C$  в объёмах соответственно  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  ед. необходимо перевезти по железной дороге на станции  $F$ ,  $G$  и  $P$  в объёмах  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  ед. соответственно. Перевозка груза осуществляется через станции  $D$  и  $E$ . Известны стоимости перевозки одной ед. груза между станциями, которые составляют  $c_{AD}$ ,  $c_{AE}$ ,  $c_{BD}$ ,  $c_{BE}$ ,  $c_{CD}$ ,  $c_{CE}$ ,  $c_{DF}$ ,  $c_{DG}$ ,  $c_{GF}$ ,  $c_{EP}$ ,  $c_{PG}$  ден. ед. Причём отсутствие стоимости перевозки между станциями указывает на отсутствие железнодорожного сообщения между ними (см. таблицу 1 согласно номеру своего варианта).

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

Таблица 1

	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$a_1$	100	100	100	150	200	200	200	200	150	150	150	150	250	250	250
$a_2$	200	300	150	150	150	150	250	250	200	250	250	200	200	250	300
$a_3$	300	250	250	300	250	300	150	150	250	300	200	250	250	150	150
$b_1$	150	200	200	175	150	275	225	300	100	200	175	125	300	200	225
$b_2$	250	250	175	225	225	225	175	150	300	250	225	275	150	275	275
$b_3$	200	200	125	200	225	150	200	150	200	250	200	200	250	175	150
$c_{AD}$	1	10	1	10	10	1	1	10	1	10	10	1	1	1	1
$c_{AE}$	3	30	30	3	3	3	3	30	30	3	3	30	3	30	15
$c_{BD}$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$c_{BE}$	4	4	4	40	4	20	4	4	4	40	4	40	40	4	4
$c_{CD}$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$c_{CE}$	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
$c_{DF}$	6	6	6	12	6	6	6	6	6	12	6	6	18	12	6
$c_{DG}$	6	6	6	6	7	6	8	6	6	6	7	6	6	6	6

$C_{GF}$	4	40	4	4	4	4	4	40	4	4	4	4	4	40	20
$C_{EP}$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$C_{PG}$	7	7	7	14	14	7	7	7	7	14	14	7	14	7	7

### 3.2 Перечень теоретических вопросов для защиты лабораторных работ

#### *ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Решение задач линейного программирования*

- 1) Как формулируется задача линейного программирования?
- 2) Какая функция называется целевой?
- 3) Что называется ограничением?
- 4) Какая задача линейного программирования называется общей, стандартной, канонической?
- 5) Что называется допустимым решением и областью допустимых решений задачи линейного программирования?
- 6) Какое решение задачи линейного программирования называется оптимальным?
- 7) Какая из перечисленных выше задач линейного программирования записана в общей, стандартной, канонической форме?

#### *ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Моделирование и решение целочисленных задач линейного программирования*

- 1) Чем целочисленная задача линейного программирования отличается от общей задачи линейного программирования?
- 2) Каким образом достигается требование целочисленности переменных целевой функции при использовании программы Microsoft Excel?
- 3) В каких заданиях лабораторной работы можно было бы исключить требование целочисленности переменных целевой функции?

#### *ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Моделирование транспортных задач*

- 1) Как формулируется транспортная задача?
- 2) Транспортная задача является задачей линейного программирования в стандартной или канонической форме?
- 3) Чему равен ранг матрицы системы ограничений транспортной задачи?
- 4) Сколько переменных имеет транспортная задача и сколько из них базисных?
- 5) Какое решение транспортной задачи называется допустимым, оптимальным?
- 6) Какое допустимое решение транспортной задачи называется опорным?
- 7) Какое опорное решение транспортной задачи называется вырожденным?
- 8) В каком случае транспортная задача будет иметь целочисленное решение?
- 9) При каком условии транспортная задача будет иметь оптимальное решение?
- 10) Какая транспортная задача называется открытой и каким образом её можно привести к закрытой?

#### *ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Транспортные задачи с дополнительными ограничениями на пропускную способность. Многопродуктовые транспортные задачи*

- 1) Какие транспортные задачи называются транспортными задачами с ограничениями на пропускную способность?
- 2) Чем модель классической транспортной задачи отличается от модели задачи с ограничениями на пропускную способность?
- 3) В каких целях в транспортной задаче используют запрещающий тариф?
- 4) Какие транспортные задачи называются многопродуктовыми?
- 5) Каким образом многопродуктовая транспортная задача может быть приведена к классической транспортной задаче?

#### *ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Моделирование задач о назначениях транспортных*

*средств на перевозки грузов*

- 1) Как формулируется задача о назначениях?
- 2) Можно ли считать задачу о назначениях частным случаем классической транспортной задачи и почему?
- 3) Является ли задача о назначениях задачей линейного программирования?
- 4) Какая задача о назначениях является открытой?
- 5) Чему равен ранг матрицы системы ограничений задачи о назначениях?
- 6) Какие значения могут принимать переменные задачи о назначениях?
- 7) Сколько базисных переменных может иметь задача о назначениях?
- 8) Почему все опорные решения задачи о назначениях являются вырожденными?

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Транспортная задача с промежуточными пунктами*

- 1) Какая транспортная задача называется транспортной задачей с промежуточными пунктами?
- 2) Каким образом может быть найдено решение транспортной задачи с промежуточными пунктами?
- 3) Какие пункты в транспортной задаче с промежуточными пунктами называются истинными пунктами отправления, а какие истинными пунктами назначения?
- 4) Промежуточные пункты являются пунктами отправления или пунктами назначения?
- 5) Сколько пунктов отправления в классической транспортной задаче эквивалентной транспортной задаче с промежуточными пунктами и чему равны их объёмы спроса?
- 6) Сколько пунктов назначения в классической транспортной задаче эквивалентной транспортной задаче с промежуточными пунктами и чему равны их объёмы предложения?
- 7) Чему равна величина чистого запаса продукта в промежуточном пункте?
- 8) Чему равна величина буферного запаса продукта в промежуточном пункте?
- 9) Чему равна стоимость перевозки продукта из промежуточного пункта в тот же самый пункт?
- 10) Как определяется стоимость перевозки между пунктами, не имеющими транспортного сообщения?

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Моделирование задач маршрутизации*

- 1) Какие задачи называются задачами маршрутизации?
- 2) Как формулируется задача о кратчайшем маршруте?
- 3) Как формулируется задача коммивояжёра?
- 4) Можно ли рассматривать задачу о кратчайшем маршруте как частный случай транспортной задачи с промежуточными пунктами?
- 5) Каким образом можно избежать появления несвязанных циклов при решении задачи коммивояжёра?

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания*

- 1) Какие системы называются системами массового обслуживания?
- 2) По каким признакам можно классифицировать СМО?
- 3) Какой поток заявок называется простейшим? Каковы его свойства?
- 4) По какому закону распределено время обслуживания одной заявки в рассмотренных заданиях?
- 5) Что представляет собой интенсивность входящего потока заявок, интенсивность потока обслуженных заявок?
- 6) Каким образом определяется интенсивность нагрузки канала обслуживания?
- 7) По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с отказами?
- 8) По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с ожиданием?

### 3.3 Тестирование по дисциплине

Используемые типы тестовых заданий (ТЗ):

ТЗ открытого типа (ОТЗ), то есть с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме);

ТЗ закрытого типа (ЗТЗ): ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов.

#### 3.3.1 Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Экономико-математическое моделирование транспортных процессов»

Компетенция	Раздел дисциплины	Тема раздела	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество и типы тестовых заданий
ОК-3 способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок	1.1. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи ЗЛП. Опорный план. Графический метод решения ЗЛП	1.1.1. Теоретические вопросы по теме «Задача линейного программирования»	Знание	6 – тип ЗТЗ 5 – ОТЗ
			1.1.2. Определение допустимого решения ЗЛП	Действие	10 – тип ЗТЗ
			1.1.3. Определение направления возрастания/убывания целевой функции	Умение	10 – тип ОТЗ
			1.1.4. Определение оптимального решения ЗЛП графическим методом (по чертежу)	Умение	10 – тип ОТЗ
			1.1.5. Определение оптимального решения ЗЛП	Действие	10 – тип ОТЗ
			1.1.6. Выбор модели прикладной ЗЛП	Действие	6 – тип ЗТЗ
		1.2. Модель транспортной задачи (ТЗ). Закрытая и открытая транспортная задача. Опорный план поставок.	1.2.1. Теоретические вопросы по теме «Транспортная задача»	Знание	8 – тип ЗТЗ 2 – ОТЗ
			1.2.2. Исследование ТЗ на выполнение условия баланса	Действие	10 – тип ОТЗ
			1.2.3. Выбор наилучшего опорного плана ТЗ	Действие	10 – тип ОТЗ
			1.2.4. Определение вырожденности/невыврожденности опорного плана ТЗ	Умение	10 – тип ЗТЗ
		1.3. Метод потенциалов решения транспортной задачи	1.3.1. Определение цикла ТЗ	Умение	10 – тип ЗТЗ
			1.3.2. Определение начальной вершины цикла ТЗ	Действие	10 – тип ОТЗ
			1.3.3. Определение величины поставки, перераспределяемой по циклу ТЗ	Умение	10 – тип ОТЗ
			1.3.4. Переопределение величин поставок в вершинах цикла ТЗ	Умение	10 – тип ОТЗ

Компетенция	Раздел дисциплины	Тема раздела	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество и типы тестовых заданий	
			1.3.5. Исследование опорного плана ТЗ на оптимальность	Действие	10 – тип ЗТЗ	
		1.4. ТЗ с ограничениями на пропускную способность. ТЗ о назначении транспортных средств на маршруты	1.4.1. Теоретические вопросы	Знание	7 – тип ЗТЗ 3 – ОТЗ	
			1.4.2. Описание дополнительных ограничений на пропускную способность	Умение	8 – тип ЗТЗ	
			1.4.3. Приведение ТЗ о распределении транспортных средств на маршруты к задаче о назначениях	Действие	6 – тип ОТЗ	
		<b>Итого по разделу 1</b>				$\Sigma$ 171 <b>96 – тип ОТЗ</b> <b>75 – тип ЗТЗ</b>
	Раздел 2. Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств	2.1. Транспортная задача с промежуточными пунктами	2.1.1. Теоретические вопросы	Знание	2 – тип ЗТЗ 3 – тип ОТЗ	
			2.1.2. Определение характеристик ТЗ с промежуточными пунктами	Умение	5 – тип ЗТЗ 5 – тип ОТЗ	
			2.1.3. Приведение ТЗ с промежуточными пунктами к классической ТЗ	Действие	6 – тип ОТЗ	
		2.2. Задачи маршрутизации	2.2.1. Теоретические вопросы		3 – тип ЗТЗ 2 – тип ОТЗ	
			2.2.2. Определение кратчайшего пути между двумя пунктами сети	Действие	8 – тип ОТЗ	
			2.2.3. Приведение задачи о кратчайшем пути к ТЗ с промежуточными пунктами	Действие	6 – тип ОТЗ	
			2.2.4. Приведение задачи о коммивояжере к задаче о назначениях	Действие	6 – тип ОТЗ	
		<b>Итого по разделу 2</b>				$\Sigma$ 46 <b>36 – тип ОТЗ</b> <b>10 – тип ЗТЗ</b>
	Раздел 3. Моделирование процессов транспортного обслуживания	3.1. Элементы теории СМО. Модели систем транспортного обслуживания и их показатели эффективности	3.1.1. Теоретические вопросы	Знание	10 – тип ЗТЗ 2 – тип ОТЗ	
			3.1.2. Определение параметров эффективности систем транспортного обслуживания с отказами	Действие	10 – тип ОТЗ	
			3.1.3. Определение параметров эффективности систем транспортного обслуживания с ожиданием	Действие	10 – тип ОТЗ	

Компетенция	Раздел дисциплины	Тема раздела	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество и типы тестовых заданий
				<b>Итого по разделу 3</b>	$\Sigma$ 32 <b>22 – тип ОТЗ</b> <b>10 – тип ЗТЗ</b>
				<b>Итого по дисциплине</b>	$\Sigma$ 249 <b>154 – тип ОТЗ</b> <b>95 – тип ЗТЗ</b>

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.

### 3.2.2 Структура и образец типового теста итогового теста по дисциплине за весь период ее освоения

Компетенция	Раздел дисциплины	Тема раздела	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество и типы тестовых заданий
ОК-3 способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Раздел 1. Модели и методы линейного программирования в задачах оптимизации транспортных перевозок	1.1. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи ЗЛП. Опорный план. Графический метод решения ЗЛП	1.1.1. Теоретические вопросы по теме «Задача линейного программирования»	Знание	1 – тип ЗТЗ
			1.1.2. Определение допустимого решения ЗЛП	Действие	1 – тип ЗТЗ
			1.1.3. Определение направления возрастания/убывания целевой функции	Умение	1 – тип ОТЗ
			1.1.4. Определение оптимального решения ЗЛП графическим методом (по чертежу)	Умение	1 – тип ОТЗ
			1.1.5. Определение оптимального решения ЗЛП	Действие	1 – тип ОТЗ
			1.1.6. Выбор модели прикладной ЗЛП	Действие	1 – тип ЗТЗ
		1.2. Модель транспортной задачи (ТЗ). Закрытая и открытая транспортная задача. Опорный план поставок.	1.2.1. Теоретические вопросы по теме «Транспортная задача»	Знание	1 – тип ОТЗ 1 – тип ЗТЗ
			1.2.2. Исследование ТЗ на выполнение условия баланса	Действие	1 – тип ОТЗ
		1.3. Метод потенциалов решения	1.3.1. Определение цикла ТЗ	Умение	1 – тип ЗТЗ
			1.3.2. Определение начальной вершины цикла ТЗ	Действие	1 – тип ОТЗ

Компетенция	Раздел дисциплины	Тема раздела	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество и типы тестовых заданий
		транспортной задачи			
			1.3.3. Определение величины поставки, перераспределяемой по циклу ТЗ	Умение	1 – тип ОТЗ
	<b>Итого по разделу 1</b>				$\Sigma$ 12 7 – тип ОТЗ 5 – тип ЗТЗ
	Раздел 2. Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств	2.1. Транспортная задача с промежуточными пунктами	2.1.1. Определение характеристик ТЗ с промежуточными пунктами	Умение	1 – тип ОТЗ
2.1.2. Приведение ТЗ с промежуточными пунктами к классической ТЗ			Действие	1 – тип ОТЗ (в форме эссе)	
2.2. Задачи маршрутизации		2.2.1. Определение кратчайшего пути между двумя пунктами сети	Действие	1 – тип ОТЗ	
	<b>Итого по разделу 2</b>				$\Sigma$ 3 3 – тип ОТЗ
	Раздел 3. Моделирование процессов транспортного обслуживания	3.1. Элементы теории СМО. Модели систем транспортного обслуживания и показатели их эффективности	3.1.1. Теоретические вопросы по теме «Эффективность систем транспортного обслуживания»	Знание	1 – тип ЗТЗ
			3.1.2. Определение параметров эффективности СМО с отказами	Действие	1 – тип ОТЗ
			3.2.1. Определение параметров эффективности СМО с ожиданием	Действие	1 – тип ОТЗ
	<b>Итого по разделу 3</b>				$\Sigma$ 3 2 – тип ОТЗ 1 – тип ЗТЗ
	<b>Итого по дисциплине</b>				$\Sigma$ 18 12 – тип ОТЗ 6 – тип ЗТЗ

Образец типового итогового теста по дисциплине

Описание требований к тесту:

количество тестовых заданий – 18,  
продолжительность тестирования – 80 мин.,  
количество попыток – 1,  
максимальная оценка – 100 баллов (или 5),  
проходной балл – 69 баллов (или 3).

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний и для оценки умений.

1) Какое условие определяет закрытую транспортную задачу?

- Суммарный объём предложения поставщиков больше суммарного объёма спроса потребителей
- Суммарный объём предложения поставщиков меньше суммарного объёма спроса потребителей
- Суммарный объём предложения поставщиков равен суммарному объёму спроса потребителей

2) Как называется форма ЗЛП, в которой все ограничения являются неравенствами?

- Стандартная
- Каноническая
- Гауссовская
- Общая

3) Ранг матрицы системы ограничений транспортной задачи с 4 поставщиками и 6 потребителями равен...

Ответ. \_\_\_\_\_

4) 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  $X=(3,1)$

5) Направление возрастания целевой функции ЗЛП

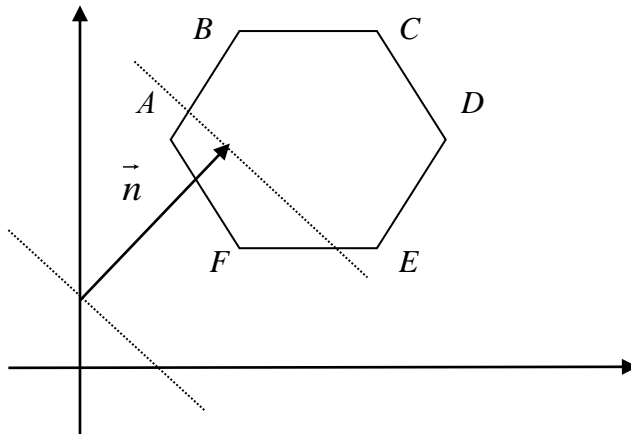
$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 \leq 4, \\ 3x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

определяет вектор ... (в ответе укажите координаты вектора через запятую, без скобок)

Ответ. \_\_\_\_\_



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



Ответ. \_\_\_\_\_

- 7) 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...

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

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

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

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

- Нет правильной математической модели

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

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

8) Найдите оптимальное решение  $(x_1, x_2)$  задачи линейного программирования.

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

В ответе укажите сумму его компонент  $x_1 + x_2$

Ответ. \_\_\_\_\_

9) 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. \_\_\_\_\_

10) 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. \_\_\_\_\_

11) 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	

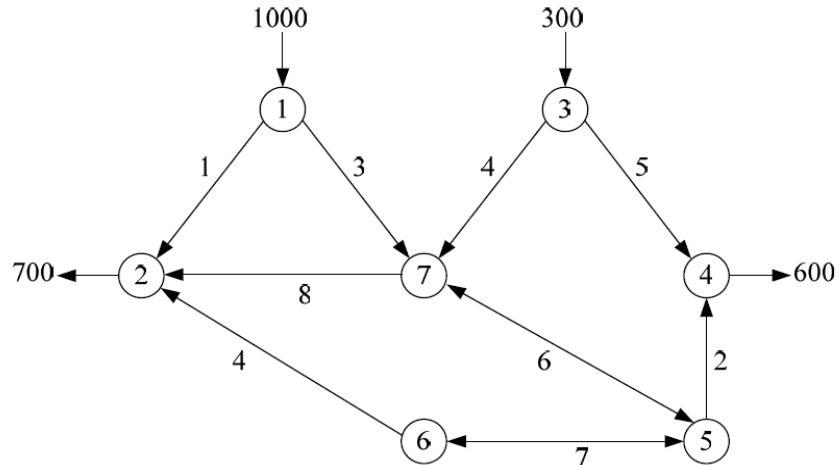
- Циклом, имеющим 6 вершин
- Циклом, имеющим 8 вершин
- Циклом, имеющим 4 вершины
- Не является циклом

12) Для какой клетки таблицы поставок нужно строить цикл при решении транспортной задачи методом потенциалов? (В ответе укажите номер строки и номер столбца, на пересечении которых расположена клетка, через запятую)

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

Ответ. \_\_\_\_\_

13) В транспортной системе, представленной графом, количество транзитных пунктов равно ....



Ответ. \_\_\_\_\_

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

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

- $\lambda \left( 1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0 \right)$
- $\frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}}$

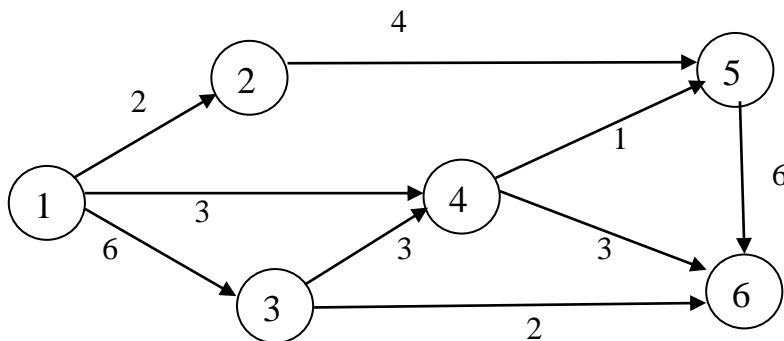
15) Среднее время покупки пассажиром билета в кассах железнодорожного вокзала составляет 12 мин. Интенсивность потока обслуженных пассажиров будет равна .... пассажиров в час

Ответ. \_\_\_\_\_

16) 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. Вероятность того, что машина не будет обслужена, равна....

Ответ. \_\_\_\_\_

17) Кратчайший путь из пункта 1 в пункт 6 транспортной сети определяется как последовательность пунктов ... (в ответе укажите последовательность номеров пунктов в порядке их возрастания без пробелов и запятых).



Ответ. \_\_\_\_\_

18) Составить таблицу исходных данных транспортной задачи, в которой три пункта производства  $A, B, C$ , два распределительных пункта  $D, E$  и три пункта потребления  $F, G, P$ . В пунктах  $A, B, C$  находится соответственно 150, 200, 300 единиц продукции. Спрос в пунктах потребления  $F, G, P$  составляет соответственно 200, 250, 200 единиц продукции. За перемещение единицы продукции между пунктами транспортной сети назначены следующие тарифы (отсутствие тарифа перемещения указывает на невозможность перемещения в данном направлении):

$$ad = 1, ae = 3, bd = 5, be = 4, cd = 5, ce = 4, df = 6, dg = 6, gf = 4,$$

$$ep = 10, pg = 7.$$

Ответ: файл с письменным решением тестового задания.

### **3.4. Перечень теоретических вопросов к экзамену** (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 Двойственная ЗЛП.
- 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. Методика их решения.
- 1.16 Задача о назначениях. Задача о расстановке транспортных средств на маршруты.

#### *Раздел 2. Моделирование транспортных сетей и решение задач маршрутизации поставок и движения транспортных средств.*

- 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 Сведение задачи выбора кратчайшего пути к транспортной задаче с промежуточными пунктами.
- 2.6 Методика решения задачи выбора кратчайшего пути на сети без контуров.
- 2.7 Задача коммивояжера.
- 2.8 Сведение задачи коммивояжера к задаче о назначениях.

#### *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, её показатели эффективности.
- 3.4 СМО с очередью, её показатели эффективности.

### **3.5. Практические задания к экзамену для оценки умений**

#### *Образцы заданий*

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:

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

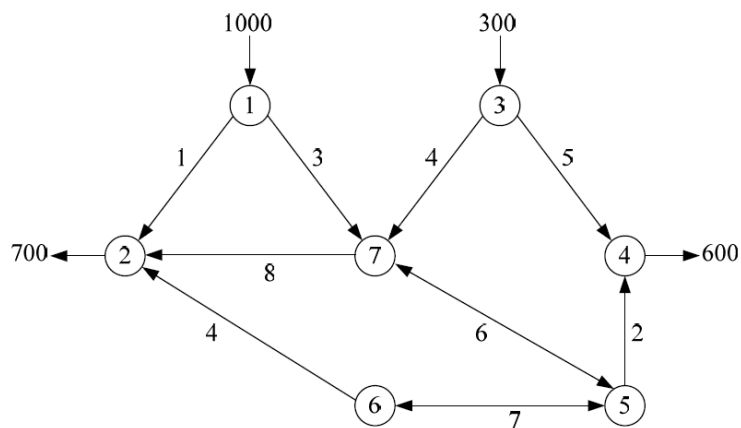
### 3.6. Практические задания к экзамену для оценки навыков

#### *Образцы заданий*

1. Решить задачу линейного программирования графическим методом:

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2) &= 6x_1 - x_2 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} x_1 + 4x_2 \leq 12, \\ x_1 + x_2 \leq 14, \\ -3x_1 + x_2 \leq 6, \\ -x_1 + x_2 \leq -2, \end{cases} \\ x_1, x_2 &\geq 0; \end{aligned}$$

2. Составьте таблицу исходных данных задачи по перевозке грузов по транспортной сети, представленной на рисунке. Определить первоначальный опорный план перевозки грузов.

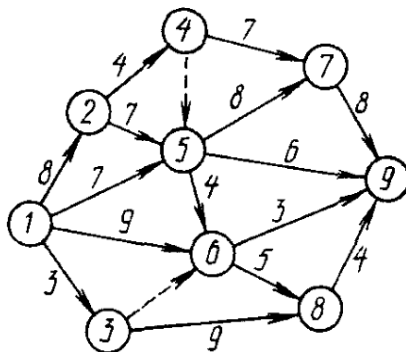


3. Составить таблицу исходных данных транспортной задачи, в которой три пункта производства  $A, B, C$ , два распределительных пункта  $D, E$  и три пункта потребления  $F, G, P$ . В пунктах  $A, B, C$  находится соответственно 100, 200, 300 единиц продукции. Спрос в пунктах потребления  $F, G, P$  составляет соответственно 50, 250, 300 единиц продукции. За перемещение единицы продукции между пунктами транспортной сети назначены следующие тарифы (отсутствие тарифа перемещения указывает на невозможность перемещения в данном направлении):

$ad = 1, ae = 3, bd = 5, be = 4, cd = 5, ce = 4, df = 6, dg = 6, gf = 4, ep = 10, pg = 7$ .

Составьте первоначальный опорный план поставки продукции.

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



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

##### 4.1. Описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и оценивания результатов обучения

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	Преподаватель не менее чем за две недели до срока защиты ИДЗ сообщает каждому обучающемуся номер варианта ИДЗ. Комплекты задач для выполнения ИДЗ размещаются в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающимся через их личный кабинет. ИДЗ должно быть выполнено

	обучающимся в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению ИДЗ (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции. Выполненное обучающимся ИДЗ сдаётся на проверку преподавателю строго в назначенный срок. Если предусмотрена устная защита ИДЗ, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы.
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины, проводится во время лабораторного занятия по окончании выполнения заданий лабораторной работы. Перечень вопросов для защиты лабораторной работы размещается в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающимся через их личный кабинет.
Тест	Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании каждого семестра и по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам каждого семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.

Комплекты задач для выполнения ИДЗ приведены в пункте 3 данного приложения и оформлены в соответствии с положением о формировании фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.250000.06.7.188-2015. Вопросы для защиты лабораторных работ также приведены в пункте 3.

Критерии и шкалы для оценивания ИДЗ, защиты лабораторной работы и теста приведены в пункте 2 данного приложения.

#### **4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний (теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену); два практических задания – одно из которых предназначено для оценки умений, а другое – для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25 билетов) не выставляется в электронную информационно–образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

Экзаменационный билет оформлен в соответствии с положением о формировании фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.250000.06.7.188-2015 (образец экзаменационного билета приведён ниже).

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Критерии и шкалы для оценивания ответа на экзаменационный билет и уровня сформированности компетенции ОК-3 приведены в пункте 2 данного приложения.




Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

*Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена на основе результатов тестирования*

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

*Образец экзаменационного билета*

 2020-2021 уч. год	<b>Экзаменационный билет № 2</b> <b>по дисциплине</b> <b>«Экономико-математическое</b> <b>моделирование транспортных процессов»</b> <b>М                    2 семестр</b>	Утверждаю: Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС																								
<p>1. Постановка транспортной задачи линейного программирования, её особенности. Условие баланса. Открытая и закрытая транспортная задача. Свойство системы ограничений транспортной задачи.</p> <p>2. Общая задача линейного программирования. Ограничения, целевая функция, допустимое решение, оптимальное решение задачи линейного программирования.</p> <p>3. На строительство четырёх объектов кирпич поступает с трёх заводов. Заводы имеют на складах соответственно 50, 100 и 50 тыс. шт. кирпича. Объекты требуют соответственно 50, 70, 40, 40 тыс. шт. кирпича. Требуется поставить кирпич на объекты таким образом, чтобы суммарные затраты на перевозку всех кирпичей были бы минимальными. Тарифы (в ден. ед за тыс. шт.) приведены в следующей таблице:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Заводы</th> <th colspan="4">Объекты</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Составьте таблицу исходных данных задачи, найдите первоначальный опорный план поставок кирпича, проверьте его оптимальность. Если первоначальный план окажется не оптимальным, то выполните одно его улучшение.</p> <p>4. Решить задачу линейного программирования графическим методом:</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ x_1 + 2x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x_1, x_2) = 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$			Заводы	Объекты				1	2	3	4	1	2	6	2	3	2	5	2	1	7	3	4	5	7	8
Заводы	Объекты																									
	1	2	3	4																						
1	2	6	2	3																						
2	5	2	1	7																						
3	4	5	7	8																						