

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом и.о. ректора  
от «07» июня 2021 г. № 79

**Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация/профиль – Грузовая и коммерческая работа

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 3  
Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
экзамен 5 семестр  
заочная форма обучения:  
экзамен 3 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51	<b>51</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)		
– лабораторные	34	<b>34</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	21	<b>21</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	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>	12	<b>12</b>
– лекции	6	<b>6</b>
– практические (семинарские)		
– лабораторные	6	<b>6</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	78	<b>78</b>
<b>Экзамен</b>	18	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</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 – специалитет по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 216.

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, доцент, Т.Н.Черняева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «4» июня 2021 г. № 19

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Управление эксплуатационной работой», протокол от «4» июня 2021 г. № 14-1

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент

Р.Ю. Упырь

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	развитие навыков моделирования и исследования систем и процессов с применением вычислительной техники и пакетов прикладных программ
2	развитие логического и алгоритмического мышления
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	овладение необходимым математическим аппаратом, помогающим моделировать, анализировать и решать прикладные инженерные задачи с применением ПК
2	развитие умения оперировать понятиями и методами дисциплины, используемыми в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового – 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 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	
Экологическое воспитание обучающихся	
Цель экологического воспитания – формирование ответственного отношения к окружающей среде, которое строится на базе экологического сознания, что предполагает соблюдение нравственных и правовых принципов природопользования и пропаганду идей его оптимизации, активную деятельность по изучению и охране природы.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения;	
– формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии;	
– приобретение опыта эколого-направленной деятельности;	
– становление и развитие у обучающихся экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды;	
– формирование у обучающихся экологической картины мира, развитие у них стремления беречь и охранять природу;	
– развитие экологического сознания, мировоззрения и устойчивого экологического поведения	

<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.07 Математика
2	Б1.О.11 Физика
3	Б1.О.12 Химия
4	Б1.О.46 Основы геодезии
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.14 Инженерная экология
2	Б3.01(Д) Выполнение 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-1 Способен решать инженерные	ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки	Знать: математические методы и приемы моделирования, применяемые для решения научных, исследовательских задач

задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	Уметь: оценивать различные методы решения задачи и выбирать оптимальный метод
		Владеть: приемами записи результатов проведенных исследований в терминах предметной области
	ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Знать: основные методы математического моделирования, классификации моделей; методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей для обоснования принятия решений
		Уметь: применять и эффективно использовать полученную теоретическую подготовку для обоснования принятия решения
		Владеть: навыками применения математических методов и моделей; методами анализа процессов для построения их математических моделей для обоснования принятия решений

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					Заочная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Общие вопросы теории моделирования.</b>											
1.1	Основные понятия теории моделирования. Классификация математических моделей. Этапы моделирования	5	2				3/уст.				6	ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Численные методы.</b>											
2.1	Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	5	2		4	2	3/уст.				10	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.2	Численное интегрирование	5			2	2	3/уст.				6	ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Методы планирования и обработки экспериментов.</b>											
3.1	Интерполяция. Слайны. Аппроксимация функций	5	2		4	2	3/уст.				8	ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.2	Корреляционно-регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных	5			2		3/уст.				2	ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Однокритериальная оптимизация.</b>											
4.1	Моделирование производственных задач. Линейное программирование	5	4		4	4	3/уст.	2		2	8	ОПК-1.5 ОПК-1.6
4.2	Моделирование транспортных задач	5	3		8	5	3/уст.	2		2	10	ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Сетевые модели.</b>											
5.1	Моделирование задач маршрутизации	5	2		4		3/уст.	2		2	4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
5.2	Максимальные и минимальные потоки в	5			2	2	3/уст.				3	ОПК-1.5 ОПК-1.6

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	сети. Нахождение максимального потока											
5.3	Многокритериальная оптимизация. Метод Парето	5			2	3/уст.				3		ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Моделирование систем массового обслуживания.</b>											
6.1	Системы массового обслуживания. Оценка эффективности транспортного обслуживания систем	5	2		4	2	3/уст.				18	ОПК-1.5 ОПК-1.6
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	5	36			3/зимняя	18				ОПК-1.5 ОПК-1.6	
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17		34	21		6		6	78	

#### 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	Карасев, С.В. Математическое моделирование систем и процессов на транспорте : Учебное пособие / рец.: А. Б. Фокеев, Р. Ю. Упырь. Новосибирск : СГУПС, 136. - 136с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://umczdt.ru/books/1308/262306/">https://umczdt.ru/books/1308/262306/</a>	Онлайн
6.1.1.2	Математическое моделирование : учебное пособие / . пос. Караваево : КГСХА, 2021. - 76с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/252131">https://e.lanbook.com/book/252131</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Банина, Н. В. Экономико-математическое моделирование транспортных процессов : лабораторный практикум / Н. В. Банина. Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 76с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/134652">https://e.lanbook.com/book/134652</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.2.2	Бояркина, Галина Петровна Численные методы : учеб. пособие / Г. П. Бояркина, Х. Н. Багдуева, Т. Л. Алексеева ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 158с.	210
6.1.2.3	Гефан, Г. Д. Вероятность, случайные процессы, математическая статистика : компьютер. лаб. практикум по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика" / Г. Д. Гефан, Н. К. Ширяева. Иркутск : ИрГУПС, 2013. - 135с.	367
6.1.2.4	Медведева, И. П. Исследование операций : учебно-методическое пособие / И. П. Медведева, Е. В. Таирова. Иркутск : ИрГУПС, 2019. - 48с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157936">https://e.lanbook.com/book/157936</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн

6.1.2.5	Таирова, Е. В. Линейное программирование : учеб. пособие / Е. В. Таирова. Иркутск : ИрГУПС, 2007. - 75с.	459
6.1.2.6	Шапкин, А. С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию : учебное пособие - 10-е изд., стер. / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. Москва : Дашков и К°, 2021. - 432с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684406">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684406</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	Черняева, Т.Н. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, специализация Грузовая и коммерческая работа / Т.Н.Черняева ; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1612_1414_2021_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1612_1414_2021_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
<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	MathCAD_student 15.0 Academic License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №334100010011000114-0000756-01	
<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	

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА 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-309 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, экран, (ноутбук переносной).
3	Учебная аудитория Г-313 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, экран, (ноутбук переносной).
4	Учебная аудитория Г-307 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (плакаты).

5	Учебная аудитория Г-315 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
6	Учебная аудитория А-401 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
7	Компьютерный класс А-516 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
8	Учебная аудитория Д-507 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
9	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

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – 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 пометить 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 занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма 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 1.</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 «Математическое моделирование систем и 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 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.</p> <p>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</p>



	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 «Математическое моделирование систем и процессов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

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

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>5 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Общие вопросы теории моделирования</b>			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия теории моделирования. Классификация математических моделей. Этапы моделирования	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Численные методы</b>			
2.1	Текущий контроль	Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.2	Текущий контроль	Численное интегрирование	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Методы планирования и обработки экспериментов</b>			
3.1	Текущий контроль	Интерполяция. Сплайны. Аппроксимация функций	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.2	Текущий контроль	Корреляционно-регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Однокритериальная оптимизация</b>			
4.1	Текущий контроль	Моделирование производственных задач. Линейное программирование	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.2	Текущий контроль	Моделирование транспортных задач	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Сетевые модели</b>			
5.1	Текущий контроль	Моделирование задач маршрутизации	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.2	Текущий контроль	Максимальные и минимальные потоки в сети. Нахождение максимального потока	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.3	Текущий контроль	Многокритериальная оптимизация. Метод Парето	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Моделирование систем массового обслуживания</b>			
6.1	Текущий контроль	Системы массового обслуживания. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Разделы: 1 Общие вопросы теории моделирования. 2 Численные методы. 3 Методы планирования и обработки экспериментов. 4 Однокритериальная оптимизация.	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

		5 Сетевые модели. 6 Моделирование систем массового обслуживания		
--	--	--	--	--

**Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения**

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Общие вопросы теории моделирования.</b>			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия теории моделирования. Классификация математических моделей. Этапы моделирования	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Численные методы.</b>			
2.1	Текущий контроль	Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Численное интегрирование	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Методы планирования и обработки экспериментов.</b>			
3.1	Текущий контроль	Интерполяция. Сплаины. Аппроксимация функций	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Корреляционно- регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Однокритериальная оптимизация.</b>			
4.1	Текущий контроль	Моделирование производственных задач. Линейное программирование	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Контрольная работа (КР) (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)
4.2	Текущий контроль	Моделирование транспортных задач	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Сетевые модели.</b>			
5.1	Текущий контроль	Моделирование задач маршрутизации	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.2	Текущий контроль	Максимальные и минимальные потоки в сети. Нахождение максимального потока	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
5.3	Текущий контроль	Многокритериальная оптимизация. Метод Парето	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Моделирование систем массового обслуживания.</b>			
6.1	Текущий контроль	Системы массового обслуживания. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Конспект (письменно)
<b>3 курс, сессия зимняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Разделы: 1 Общие вопросы теории моделирования. 2 Численные методы. 3 Методы планирования и обработки экспериментов. 4 Однокритериальная оптимизация. 5 Сетевые модели. 6 Моделирование систем массового обслуживания	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Экзамен (собеседование) Экзамен - 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	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно 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	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

#### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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 (образец экзаменационного

			билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	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 экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	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 задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	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 экзамена**

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

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

## Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

## Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

## Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.  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 в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. 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 выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. 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»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

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

#### 3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных 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 контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы

«Моделирование производственных задач. Линейное программирование»

#### Вариант № 1

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.

#### 3.2 Типовые контрольные задания для написания конспекта

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

«Основные понятия теории моделирования. Классификация математических моделей. Этапы моделирования»

1. Понятие математической модели. Классификация моделей. Понятие погрешности моделирования, классификация погрешностей, основные методы уменьшения погрешностей.
2. Основные принципы работы вычислительной среды MathCAD, ее возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов.

Образец тем конспектов

«Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений»

1. Определение трансцендентного уравнения. Графический способ решения уравнения.
2. Метод итераций.
3. Метод Ньютона.
4. Элементы матричной алгебры. Метод Гаусса. Матричный способ.
5. Итерационные методы решения первой задачи линейной алгебры. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода итераций. Метод Зейделя.
6. Решение второй задачи линейной алгебры. Постановка второй задачи линейной алгебры. Точное решение второй задачи линейной алгебры. Метод итераций для второй задачи линейной алгебры.

Образец тем конспектов

«Численное интегрирование»

Образец тем конспектов

«Интерполяция. Сплаины. Аппроксимация функций»

1. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция.
2. Постановка задачи аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Частные случаи регрессий.

Образец тем конспектов

«Корреляционно-регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных»

1. Выборочный коэффициент линейной корреляции.
2. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных.

Образец тем конспектов

«Максимальные и минимальные потоки в сети. Нахождение максимального потока»

1. Решение задачи о максимальном потоке. Алгоритм построения максимального потока.
2. Решение задачи распределения ресурсов на транспортных сетях.

Образец тем конспектов

«Многокритериальная оптимизация. Метод Парето»

1. Многокритериальная оптимизация.
2. Метод Парето.

Образец тем конспектов

«Системы массового обслуживания. Оценка эффективности систем транспортного

обслуживания»

1. По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с отказами.
2. По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с ожиданием.

### 3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений»

1. Отличие точных и приближенных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
2. Примеры точных и приближенных методов решения СЛАУ.
3. Особенности использования методов решения СЛАУ.
4. Вид СЛАУ, пригодный для решения ее методом итераций.
5. Норма матрица, функции, вектора и числа.
6. Вывод достаточных условий сходимости метода итераций.

1. Решить систему линейных уравнений с помощью функции *lsolve* (функция решения систем линейных алгебраических уравнений) системы Mathcad.

2. Решить систему линейных уравнений методом Гаусса.

3. Решить систему линейных уравнений методом Крамера.

4. Решить систему линейных уравнений методом обратной матрицы.

5. Сделать выводы по результатам работы.

$$\begin{cases} 0.005x_1 + 0.0044x_2 + 0.150x_3 = 0.057, \\ -0.090x_1 - 0.033x_2 + 0.0067x_3 - 0.098x_4 = -0.098, \\ 0.150x_1 + 0.033x_2 + 0.050x_3 = 0.183, \\ 2.857x_1 + 0.100x_2 - 0.300x_3 + 0.025x_4 = -0.041 \end{cases}$$

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Численное интегрирование»

1. Методы решения ОДУ. Необходимость применения численных методов решения ОДУ.
2. Процессы, описываемые ОДУ первого порядка.
3. Решение задачи Коши.
4. Метод Эйлера и его модификации.
5. Метод Рунге-Кутты.
6. Точность метода Рунге-Кутты.

Вычислить определенный интеграл  $\int_a^b f(x)dx$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$ .

1. Количество точек разбиения отрезка интегрирования.
2. Квадратурная формула трапеций.
3. Квадратурная формула Симпсона.
4. Многочлены Лежандра.
5. Квадратурная формула Гаусса.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Интерполяция. Сплайны. Аппроксимация функций»

Для таблично заданной функции выполнить сплайн-интерполяцию кубическим многочленом и стандартными операторами lspline, pspline, cspline, используя ППП. Сравнить полученные результаты

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

1. Постановка задачи интерполяции.
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Преимущества и недостатки.
3. Интерполяционный многочлен Ньютона. Преимущества и недостатки.
4. Сплайн-интерполяция. Преимущества и недостатки.
5. Различия между интерполяцией и аппроксимацией функции.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Корреляционно- регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных»

**Задание 1.** В табл. 1 указаны  $X$  – густота сети на 100 кв. километров территории и  $Y$  – средняя дальность грузоперевозок по железным дорогам 13 стран в 1969 году.

- 1.1. Найти выборочный коэффициент корреляции между указанной парой показателей  $X$ ,  $Y$ .
- 1.2. Проверить гипотезу о значимости коэффициента корреляции при уровне значимости гипотезы 05,0%.
- 1.3. Найти выборочное уравнение линейной регрессии  $Y$  по  $X$  и построить соответствующий график.

Страны	Густота сети на 100 кв.км территории, км ( $X$ )	Средняя дальность перевозок, км ( $Y$ )
США	4,3	778
Великобр.	8,5	113
Франция	6,6	277
ФРГ	13,6	183
Италия	6,7	288
Япония	7,1	239
СССР	0,6	858
Болгария	3,8	201
Чехосл.	10,4	236
ГДР	13,7	156
Венгрия	10,0	164
Польша	8,5	254
Румыния	4,6	256

1. В чём различие функциональной зависимости и корреляционной связи?
2. Что такое ковариация (корреляционный момент)? Почему ковариация (корреляционный момент) является неудобным измерителем тесноты корреляции?
4. Что такое выборочный коэффициент корреляции? Какова область его возможных значений?
5. В каком случае коэффициент корреляции равен единице?
6. Сформулируйте цель регрессионного анализа.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Моделирование производственных задач. Линейное программирование»

Решить следующую задачу линейного программирования (ЛП):

### Вариант № 1

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.

1. Задача линейного программирования - решение графическим способом. Построение области допустимых решений. Линия уровня. Градиент функции. Определение оптимального решения в задаче на максимум и минимум.
2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Переход от стандартной задачи линейного программирования к канонической. Понятие базисных, свободных переменных.
3. Построение начального плана. Условие оптимальности плана в задаче на максимум и минимум. Улучшение плана: выбор разрешающих столбца, строки, разрешающего элемента, симплексные преобразования.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

#### «Моделирование транспортных задач»

1. Экономическая и математическая формулировка транспортной задачи.
2. Построение первоначального допустимого плана.
3. Метод потенциалов. Условия оптимальности полученного решения.
4. Улучшение плана: построение цикла перераспределения поставок.
5. Транспортные задачи с нарушенным балансом. Решение открытой транспортной задачи.

От четырех поставщиков  $A_1, A_2, A_3$  и  $A_4$  необходимо перевезти некий однородный груз четырем потребителям  $B_1, B_2, B_3, B_4$ .

Известны запасы груза у поставщиков:

$a_1=950, a_2=300, a_3=1350, a_4=450$ .

Известны потребности потребителей:

$b_1=250, b_2=1000, b_3=700, b_4=1100$ .

Стоимость  $c_{ij}$  доставки единицы груза от любого поставщика  $A_i$  каждому потребителю  $B_j$  задана матрицей тарифов:

$$C = \begin{pmatrix} 24 & 33 & 36 & 34 \\ 3 & 8 & 14 & 10 \\ 4 & 4 & 9 & 5 \\ 12 & 16 & 21 & 19 \end{pmatrix}.$$

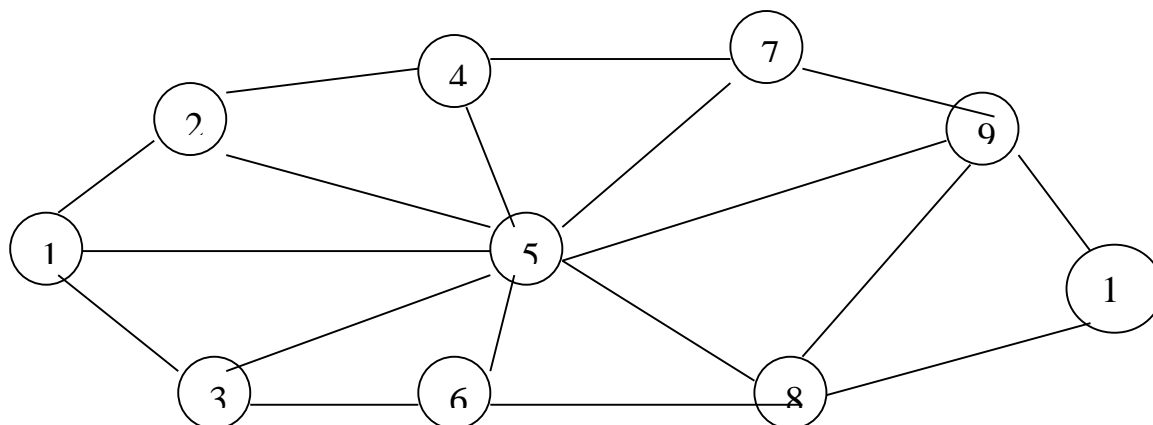
Требуется составить такой план перевозки груза от поставщиков к потребителям, при котором суммарная стоимость перевозки была бы минимальной.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

#### «Моделирование задач маршрутизации»

На транспортной сети найти кратчайшее расстояние от пункта 1 до

пункта 10.



Вариант	1.
$l_{12}$	10
$l_{13}$	11
$l_{15}$	18
$l_{24}$	3
$l_{25}$	7
$l_{35}$	3
$l_{36}$	10
$l_{45}$	3
$l_{47}$	10
$l_{56}$	4
$l_{57}$	8
$l_{58}$	3
$l_{59}$	10
$l_{68}$	9
$l_{79}$	12
$l_{89}$	4
$l_{810}$	5
$l_{910}$	6

1. Основные понятия теории сетей.
2. Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети. Алгоритм Дейкстры.
3. Сведение задачи о кратчайшем пути к транспортной задаче.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты  
«Максимальные и минимальные потоки в сети. Нахождение максимального потока»

1. Решение задачи о максимальном потоке. Алгоритм построения максимального потока.
2. Решение задачи распределения ресурсов на транспортных сетях.
3. Задача о коммивояжере.

Дано  $I = \{1, \dots, n\}$  – множество городов, матрица  $(c_{ij})$  – попарные расстояния между городами,  $1 \leq i, j \leq n$ . Найти контур минимальной длины, то есть цикл, проходящий через каждую вершину ровно один раз и имеющий минимальный вес

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Системы массового обслуживания. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания»

**Задание 8.1.** Диспетчерская служба такси может иметь несколько линий связи. Поток вызовов простейший, с интенсивностью 0,8 вызовов в минуту. Среднее время переговоров с диспетчером составляет 3 мин.

*Сравните* показатели эффективности функционирования диспетчерской службы такси при разном количестве линий связи (от 1 до 8). *Определите*, сколько линий связи должна иметь диспетчерская служба такси, чтобы вероятность отказа в обслуживании не превышала 0,01?

1. Что представляет собой интенсивность входящего потока заявок, интенсивность потока обслуженных заявок?
2. Каким образом определяется интенсивность нагрузки канала обслуживания?
3. По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с отказами?
4. По каким показателям оценивается эффективность многоканальной СМО с ожиданием?

### 3.4 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-1.5 ОПК-1.6	Основные понятия теории моделирования. Классификация математических моделей. Этапы моделирования	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Численное интегрирование	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Интерполяция. Сплайны. Аппроксимация функций	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Корреляционно-регрессионный анализ. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Применение метода наименьших квадратов в регрессионном анализе данных	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Моделирование производственных задач. Линейное программирование	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ

		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Моделирование транспортных задач	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Моделирование задач маршрутизации	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Максимальные и минимальные потоки в сети. Нахождение максимального потока	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Многокритериальная оптимизация. Метод Парето	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
ОПК-1.5 ОПК-1.6	Системы массового обслуживания. Оценка эффективности систем транспортного обслуживания	Знание	4 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	1 – ОТЗ
		Итого	44 – ЗТЗ 44 – 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.

**1. Установите соответствие между признаком модели и её классификацией.**

1. Мощность множества состояний	А. Статические и динамические
2. Условия перехода из одного состояния в другое	В. Детерминированные и стохастические
3. Вид входной информации	С. Непрерывные и дискретные
4. Степень соответствия между математической моделью и реальным объектом	Д. Изоморфные и гомоморфные

Ответ: 1-А, 2-В, 3-С, 4-Д.

**2. Установите порядок действий.**

Процесс математического моделирования можно условно разделить на 4 этапа:

- 1) Выделение основных и отбрасывание второстепенных факторов.
- 2) Формулировка законов, связывающих основные факторы.
- 3) Исследование математических задач, к которым приводит построенная математическая модель.
- 4) Проверка адекватности построенной математической модели опытным данным.

Ответ: 1,2,3,4.

**3. Дополните.**

Величина  $\Delta a = |A - a|$  называется.....

Ответ: абсолютной погрешностью

**4. Дополните.**



Цифра числа называется верной (в широком смысле), если абсолютная погрешность этого числа не превосходит ..... разряда, в котором стоит цифра

Ответ: единицы

**5.** Дополните.

Метод, в котором точное решение может быть получено лишь в результате повторения единообразных действий, называется .....

Ответ: итерационным

**6.** Дополните.

Метод, основная идея которого заключается в том, что при вычислении  $(k+1)$ -го приближения неизвестной  $x_i$  учитываются уже вычисленные ранее  $(k+1)$ -е приближения  $x_1; x_2; \dots; x_{i-1}$ , называется.....

Ответ: методом Зейделя

**7.** Дополните.

Степень интерполяционного многочлена на ..... меньше числа узлов интерполяции

Ответ: единицу

**8.** Дополните.

Интерполяционный многочлен Ньютона используется, если узлы интерполяции .....

Ответ: равноудалены

**9.** Дополните.

Постановка задачи метода наименьших квадратов: для функции  $y = f(x)$ , заданной таблично, найти эмпирическую формулу  $y = \tilde{f}(x, a_1, a_2, \dots, a_m)$ , так, чтобы среднеквадратическая погрешность  $S^2 = \sum_i (\tilde{y}_i - y_i)^2$  была .....

Ответ: минимальна

**10.** Дополните.

Формула  $S \approx \int_a^b f(x)dx \approx h \left( \frac{y_0+y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$  реализует.....

Ответ: метод трапеций

**11.** Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования.

$A. \int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1})$	1. Метод прямоугольников
$B. \int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n} \left( \frac{y_0+y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$	2. Метод трапеций
$C. \int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6m} (y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \dots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \dots + y_{2m-1}))$ $n = 2m$	3. Метод парабол
	4. Метод Симпсона

Ответ: А-1, В-2, С-3,4.

**12.** Дополните.

Формула  $y_{n+1} = y_n + h \cdot f(x_n; y_n)$  является основной формулой метода.....

Ответ: Эйлера

**13.** Отметьте правильный ответ

Если решение задачи линейного программирования единственно, то оно достигается:

- A) в одной из вершин допустимого многогранника
- B) на середине одной из граней допустимого многогранника
- C) внутри допустимого многогранника
- D) вне допустимого множества

Ответ: А.

**14.** Отметьте правильный ответ

Основными терминами в задаче линейного программирования являются:

- A) события, работы, полный путь
- B) математическое ожидание, дисперсия, закон распределения
- C) первообразная, пределы интегрирования, подынтегральная функция
- D) допустимый и оптимальный планы, технологическая матрица, линейная форма

**15.** Отметьте правильный ответ

Допустимым множеством в задаче линейного программирования является:

- A) круг
- B) сфера
- C) многогранник
- D) эллипс

Ответ: С.

**16.** Порядок действий при решении задачи линейного программирования графическим способом:

- 1:** используя систему ограничений и условия неотрицательности, построить область допустимых решений.
- 2:** построить градиент целевой функции
- 3:** построить одну из линий уровня целевой функции, перпендикулярную вектору-градиенту и передвинуть ее в направлении градиента.
- 4:** при перемещении линии уровня вдоль градиента найти первую точку области допустимых решений, если задача на минимум, и последнюю точку этой же области, если задача на максимум
- 5:** аналитически найти координаты найденных точек и соответствующее им значение целевой функции

Ответ: 1-2-3-4-5.

### Методические рекомендации по выполнению теста

Контрольно-измерительные материалы проверяют остаточные знания студента. Тестовые задания направлены на применение усвоенных ранее знаний в типовых ситуациях. При установлении нормы трудности заданий учитывалась форма ТЗ (закрытая, сопоставление), длина последовательности умозаключений для получения окончательного ответа. Компьютерное тестирование представляет собой интерактивное выполнение теста с выбором ответа или вводом ответа в диалоге с компьютером в учебных компьютерных классах. Число вариантов ответов на каждое задание — не менее 4-х. Рекомендованное число заданий в тестовом варианте (индивидуально формируемом случайным образом комплекте вопросов) —

не менее 10 и не более 25 заданий. Продолжительность сеанса тестирования — не более 90 минут. Рекомендуемое число различных вариантов каждого вопроса — не менее 3-х.

### 3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

#### Раздел 1 «Общие вопросы теории моделирования»

1. Понятие математической модели. Классификация моделей. Понятие погрешности моделирования, классификация погрешностей, основные методы уменьшения погрешностей.
2. Основные принципы работы вычислительной среды MathCAD, ее возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов.

#### Раздел 2 «Численные методы»

1. Определение трансцендентного уравнения. Графический способ решения уравнения.
2. Метод итераций.
3. Метод Ньютона.
4. Элементы матричной алгебры. Метод Гаусса. Матричный способ.
5. Итерационные методы решения первой задачи линейной алгебры. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода итераций. Метод Зейделя.
6. Решение второй задачи линейной алгебры. Постановка второй задачи линейной алгебры. Точное решение второй задачи линейной алгебры. Метод итераций для второй задачи линейной алгебры.

#### Раздел 3 «Методы планирования и обработки экспериментов»

1. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция.
2. Постановка задачи аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Частные случаи регрессий.

#### Раздел 4 «Однокритериальная оптимизация»

1. Постановка задачи линейного программирования. Виды задач линейного программирования.
2. Определение допустимого решения. Определение области допустимых решений. Определение оптимального решения.
3. Задача линейного программирования - решение графическим способом. Построение области допустимых решений. Линия уровня. Градиент функции. Определение оптимального решения в задаче на максимум и минимум.
4. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Переход от стандартной задачи линейного программирования к канонической. Понятие базисных, свободных переменных.
5. Построение начального плана. Условие оптимальности плана в задаче на максимум и минимум. Улучшение плана: выбор разрешающих столбца, строки, разрешающего элемента, симплексные преобразования.
6. Постановка двойственных задач линейного программирования.
7. Основные теоремы теории двойственности.
8. Интерпретация решений двойственных задач.
9. Экономическая и математическая формулировка транспортной задачи.
10. Построение первоначального допустимого плана.
11. Метод потенциалов. Условия оптимальности полученного решения.
12. Улучшение плана: построение цикла перераспределения поставок.
13. Транспортные задачи с нарушенным балансом. Решение открытой транспортной задачи.
14. Транспортная задача в сетевой форме с ограничением пропускной способности станции.

#### Раздел 5 «Сетевые модели»

1. Основные понятия теории сетей.

2. Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети. Алгоритм Дейкстры.
3. Сведение задачи о кратчайшем пути к транспортной задаче.
4. Решение задачи о максимальном потоке. Алгоритм построения максимального потока.
5. Решение задачи распределения ресурсов на транспортных сетях.
6. Задача о коммивояжере.

### 3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений)

#### Образец работы по теме «Методы решения задач линейного программирования»

##### Вариант № 1

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  $I_1, I_2, I_3$ ;

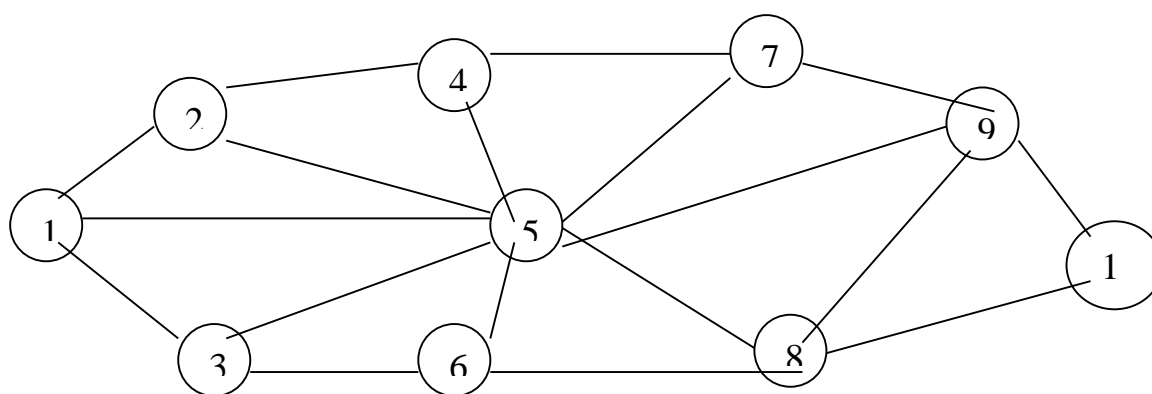
Экономия от перевозки груза в вагонах типов  $A$  и  $B$  соответственно равна  $\alpha = 4$  и  $\beta = 6$  условных единиц.

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

Решить задачу геометрически и Симплекс – методом.

### 3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

#### Задача о кратчайшем пути



Вариант	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$l_{12}$	10	8	12	9	7	11	13	15	12	8
$l_{13}$	11	8	11	10	8	9	8	9	7	10
$l_{15}$	18	19	20	21	19	19	20	21	19	20

<i>l<sub>24</sub></i>	3	4	3	6	3	3	2	3	4	4
<i>l<sub>25</sub></i>	7	9	5	9	8	6	5	7	9	10
<i>l<sub>35</sub></i>	3	4	5	3	4	5	4	3	4	3
<i>l<sub>36</sub></i>	10	12	10	10	12	13	14	10	11	12
<i>l<sub>45</sub></i>	3	4	2	2	4	2	2	3	3	4
<i>l<sub>47</sub></i>	10	12	15	11	13	9	10	12	14	16
<i>l<sub>56</sub></i>	4	5	3	4	5	4	6	5	3	5
<i>l<sub>57</sub></i>	8	3	4	7	8	6	5	7	6	8
<i>l<sub>58</sub></i>	3	4	5	4	5	3	3	4	4	4
<i>l<sub>59</sub></i>	10	12	10	9	5	9	10	9	7	8
<i>l<sub>68</sub></i>	9	11	10	10	12	10	12	14	10	13
<i>l<sub>79</sub></i>	12	11	12	6	5	7	9	8	10	8
<i>l<sub>89</sub></i>	4	5	3	2	3	2	3	3	3	4
<i>l<sub>810</sub></i>	5	7	9	8	6	9	10	9	8	10
<i>l<sub>910</sub></i>	6	3	4	5	2	6	5	5	4	5

#### 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
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

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 экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы 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 них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).


Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

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.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

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.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «ММСиП» 5 семестр</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС _____</p>
<p>1. Различия между интерполяцией и аппроксимацией функции. 2. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Условия оптимальности полученного решения. 3. Задача. Расчет показателей эффективности работы системы массового обслуживания</p> <p>Варианты размеров билета: Билет формата А5 – 148*210мм Билет формата А4 – 210*297мм</p>		