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 «17» июня 2022 г. № 77

# Б1.О.11 Экономико-математические модели управления

## рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 09.04.02 Информационные системы и технологии
Специализация/профиль – Информационные системы и технологии на транспорте
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 года; заочная форма 2 года 5 месяцев
Кафедра-разработчик программы – Математика

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

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 2 семестр
заочная форма обучения:
экзамен 2 курс

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр | 2 | **Итого** |
|---|---|---|
| Вид занятий | Часов по УП | **Часов по УП** |
| **Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*** | 34 | **34** |
| – лекции | 17 | **17** |
| – практические (семинарские) | | |
| – лабораторные | 17 | **17** |
| **Самостоятельная работа** | 74 | **74** |
| **Экзамен** | 36 | **36** |
| **Итого** | 144 | **144** |

**Заочная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Курс | 2 | **Итого** |
|---|---|---|
| Вид занятий | Часов по УП | **Часов по УП** |
| **Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*** | 8 | **8** |
| – лекции | 4 | **4** |
| – практические (семинарские) | | |
| – лабораторные | 4 | **4** |
| **Самостоятельная работа** | 118 | **118** |
| **Экзамен** | 18 | **18** |
| **Итого** | 144 | **144** |

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 917.

Программу составил(и):
к.ф.-м.н., доцент, доцент, Г.Д. Гефан

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «17» июня 2022 г. № 12

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Н.Л. Рябченок

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «17» июня 2022 г. № 12

Зав. кафедрой, к. э. н, доцент Т.К. Кириллова

| 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| **1.1 Цель дисциплины** | |
| 1 | формирование представлений о методах, моделях и приёмах статистического анализа и теории исследования операций с их последующим применением для построения экономико-математических моделей управления |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | изучение и решение важнейших задач математического программирования и теории игр, отработка навыков составления оптимизационных экономико-математических моделей управления |
| 2 | обучение умению применять полученные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте |

| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП | |
|---|---|
| Блок/часть ОПОП | Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть |
| **2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины** | |
| 1 | Б1.О.03 Специальные главы математики |
| 2 | Б1.О.07 Системная инженерия |
| 3 | Б1.О.08 Анализ и синтез информационных систем |
| **2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее** | |
| 1 | Б1.О.04 Социальные и философские проблемы информатики |
| 2 | Б1.О.05 Управление информационными ресурсами |
| 3 | Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика |
| 4 | Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа в семестре |
| 5 | Б2.О.03(П) Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика |
| 6 | Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика |
| 7 | Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы |
| 8 | Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы |
| 9 | ФТД.02 Принципы инженерного творчества |

| 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | | |
|---|---|---|
| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** |
| ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ОПК-1.1 Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности | Знать: методы множественного корреляционного и регрессионного анализа, математического программирования, математической теории игр для использования в профессиональной деятельности |
| | | Уметь: определять оптимальную спецификацию регрессионной модели, формулировать задачи профессиональной деятельности на языке математического программирования и теории игр |
| | | Владеть: методами линеаризации регрессионных моделей |
| | ОПК-1.2 Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Знать: формулировку задач, связанных с рисками (игры с природой) |
| | | Уметь: применять систему критериев в играх с природой, в многокритериальных задачах |
| | | Владеть: методами принятия решений |
| | ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде | Знать: примеры и приёмы использования экономико-математических моделей управления к исследованию объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте |
| | | Уметь: самостоятельно собирать данные и строить модели множественного регрессионного анализа для объектов |

| | | |
|---|---|---|
| | и в междисциплинарном контексте | профессиональной деятельности |
| | | Владеть: методами работы с данными временных рядов с использованием аппарата моделей автокорреляции и авторегрессии. |
| ОПК-8 Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов | ОПК-8.1 Знает современные методологии разработки программных средств и проектов, требования, стандарты и принципы составления технической документации, методы управления коллективом разработчиков | Знать: инструменты компьютерного решения задач экономико-математического моделирования, включая задачи управления (в табличном процессоре) |
| | | Уметь: самостоятельно собирать данные и строить модели множественного регрессионного анализа для объектов профессиональной деятельности |
| | | Владеть: методом определения оптимального распределения обязанностей в коллективе разработчиков на основе решения математической задачи о назначениях |
| | ОПК-8.2 Умеет проводить планирование работы по разработке программных средств и проектов, составлять техническую документацию | Знать: инструменты компьютерного решения задач экономико-математического моделирования, включая задачи управления (в табличном процессоре) |
| | | Уметь: самостоятельно собирать данные и строить модели множественного регрессионного анализа для объектов профессиональной деятельности |
| | | Владеть: методом определения оптимального распределения обязанностей в коллективе разработчиков на основе решения математической задачи о назначениях |
| | ОПК-8.3 Имеет навыки разработки программных средств и проектов, командной работы | Знать: инструменты компьютерного решения задач экономико-математического моделирования, включая задачи управления (в табличном процессоре) |
| | | Уметь: самостоятельно собирать данные и строить модели множественного регрессионного анализа для объектов профессиональной деятельности |
| | | Владеть: методом определения оптимального распределения обязанностей в коллективе разработчиков на основе решения математической задачи о назначениях |
| УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | УК-2.1 Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы | Знать: классификацию и формулировку важнейших задач математического программирования, связанных с проблемой планирования деятельности – задачи об оптимальном использовании ресурсов, транспортной задачи, задачи о назначениях, задачи коммивояжера и др. |
| | | Уметь: математически формализовать совокупность условий и требований к проекту через модели математического программирования и сетевого планирования |
| | | Владеть: методом ветвей и границ при планировании деятельности; методом сетевого планирования и управления проектом |
| | УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности | Знать: классификацию и формулировку важнейших задач математического программирования, связанных с проблемой планирования деятельности – задачи об оптимальном использовании ресурсов, транспортной задачи, задачи о назначениях, задачи коммивояжера и др |
| | | Уметь: математически формализовать совокупность условий и требований к проекту через модели математического программирования и сетевого планирования |
| | | Владеть: методом ветвей и границ при планировании деятельности; методом сетевого планирования и управления проектом |
| | УК-2.3 Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности | Знать: классификацию и формулировку важнейших задач математического программирования, связанных с проблемой планирования деятельности – задачи об оптимальном использовании ресурсов, транспортной задачи, задачи о назначениях, задачи коммивояжера и др. |
| | | Уметь: математически формализовать совокупность условий и требований к проекту через модели математического программирования и сетевого планирования |

| | | |
|---|---|---|
| | | Владеть: методом ветвей и границ при планировании деятельности; методом сетевого планирования и управления проектом |

## 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 | |
| **1.0** | **Раздел 1. Оптимальные модели управления.** | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Задачи математического программирования. Задачи наилучшего использования ресурсов. | 2 | 2 | | 2 | 10 | 2/уст. | 2 | | 2 | 8 | ОПК-1.1<br>ОПК-8.2 |
| 1.2 | Двойственные задачи в экономическом планировании и управлении | 2 | 2 | | 2 | 6 | 2/уст. | | | | 8 | ОПК-1.2<br>УК-2.1 |
| 1.3 | Транспортные задачи. Задачи о назначениях. Метод ветвей и границ. | 2 | 2 | | 4 | 12 | 2/уст. | | | | 10 | ОПК-1.3 |
| 1.4 | Основные понятия теории игр. Элементы теории игр в задачах управлении | 2 | 2 | | 4 | 12 | 2/уст. | | | | 10 | ОПК-8.1<br>ОПК-8.3<br>УК-2.2 |
| **2.0** | **Раздел 2. Модели сетевого планирования и управления проектами.** | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Основные понятия сетевого планирования. Метод критического пути. | 2 | 2 | | | 5 | 2/уст. | | | | 8 | ОПК-1.1 |
| 2.2 | Временные параметры сетевых графиков. Понятие оптимизации сетевых проектов | 2 | 2 | | | 9 | 2/уст. | | | | 8 | ОПК-1.2<br>УК-2.2 |
| **3.0** | **Раздел 3. Эконометрические модели управления.** | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Задачи управления, связанные с построением моделей множественной регрессии | 2 | 2 | | 2 | 8 | 2/уст. | 2 | | 2 | 10 | ОПК-1.3 |
| 3.2 | Нелинейные модели регрессии в задачах управлении | 2 | 1 | | 1 | 4 | 2/уст. | | | | 8 | ОПК-8.1<br>ОПК-8.2 |
| 3.3 | Использование данных временных рядов в планировании, прогнозировании и управлении | 2 | 2 | | 2 | 8 | 2/уст. | | | | 8 | ОПК-1.1<br>УК-2.3 |
| | Форма промежуточной аттестации – экзамен | 2 | 36 | | | | 2/зимняя | 18 | | | | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1<br>УК-2.2<br>УК-2.3 |
| | Контрольная работа | 0 | | | | | 2/зимняя | | | | 40 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1 |

## 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 | |
| | | | | | | | | | | | | УК-2.2<br>УК-2.3 |
| | Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию) | | 17 | | 17 | 74 | | 4 | | 4 | 118 | |

## 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 | Гефан, Григорий Давыдович Некоторые методы исследования операций : учеб. пособие для студентов эконом. специальностей всех форм обучения / Г. Д. Гефан ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2010. - 207с. | 446 |
| 6.1.1.2 | Гефан, Г.Д. Эконометрика. Дополнительные материалы : методическое пособие / Г. Д. Гефан. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 40с. | 78 |
| 6.1.1.3 | Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2022. — 328 с. — URL: https://urait.ru/bcode/507819 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |

#### 6.1.2 Дополнительная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.2.1 | Гефан, Г. Д. Экономико-математические модели : учеб. пособие по дисциплинам "Математический анализ", "Линейная алгебра", "Методы оптимальных решений" для подгот. бакалавров по направлению "Экономика" (заоч. обучение) / Г. Д. Гефан, Е. В. Таирова. Иркутск : ИрГУПС, 2012. - 88с. | 171 |
| 6.1.2.2 | Плескунов, М. А. Прикладная математика. Задачи сетевого планирования : учебное пособие для вузов / М. А. Плескунов ; под научной редакцией А. И. Короткого. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 93 с. — URL: https://urait.ru/bcode/473713 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |

#### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.3.1 | Гефан, Г.Д. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.11 Экономико-математические модели управления по направлению подготовки – 09.04.02 Информационные системы и технологии, профиль – Информационные системы и технологии на транспорте / Г.Д. Гефан; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_822_1404_2022_1_signed.pdf | Онлайн |

### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | |
|---|---|
| 6.2.1 | Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/ |

### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

| | |
|---|---|
| **6.3.1 Базовое программное обеспечение** | |
| 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 http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ |
| 6.3.1.4 | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ |
| 6.3.1.5 | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License |
| **6.3.2 Специализированное программное обеспечение** | |
| 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 №3341000100110001 14-0000756-01 |
| **6.3.3 Информационные справочные системы** | |
| 6.3.3.1 | Не предусмотрены |
| **6.4 Правовые и нормативные документы** | |
| 6.4.1 | Не предусмотрены |

| **7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ** | |
|---|---|
| 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-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 3 | Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 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 | 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:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– 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 | 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.<br>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать |

| | |
|---|---|
| | внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии |
| Практическое занятие | 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.<br>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 |
| Лабораторная работа | 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.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- 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.;<br>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;<br>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;<br>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного |

| | |
|---|---|
| | теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.<br>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину |
| Самостоятельная работа | Обучение по дисциплине «Экономико-математические модели управления» 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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.<br>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет | |

**Приложение № 1 к рабочей программе**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

# 1. Общие положения

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

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

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

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

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

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

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
## Программа контрольно-оценочных мероприятий.
## Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Экономико-математические модели управления» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

ОПК-8. Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

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

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Оптимальные модели управления** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Задачи математического программирования. Задачи наилучшего использования ресурсов. | ОПК-1.1<br>ОПК-8.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.2 | Текущий контроль | Двойственные задачи в экономическом планировании и управлении | ОПК-1.2<br>УК-2.1 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.3 | Текущий контроль | Транспортные задачи. Задачи о назначениях. Метод ветвей и границ. | ОПК-1.3 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.4 | Текущий контроль | Основные понятия теории игр. Элементы теории игр в задачах управлении | ОПК-8.1<br>ОПК-8.3<br>УК-2.2 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| **2.0** | **Раздел 2. Модели сетевого планирования и управления проектами** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Основные понятия сетевого планирования. Метод критического пути. | ОПК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.2 | Текущий контроль | Временные параметры сетевых графиков. Понятие оптимизации сетевых проектов | ОПК-1.2<br>УК-2.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| **3.0** | **Раздел 3. Эконометрические модели управления** | | | |
| 3.1 | Текущий контроль | Задачи управления, связанные с построением моделей множественной регрессии | ОПК-1.3 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.2 | Текущий контроль | Нелинейные модели регрессии в задачах управлении | ОПК-8.1<br>ОПК-8.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.3 | Текущий контроль | Использование данных временных рядов в планировании, прогнозировании и управлении | ОПК-1.1<br>УК-2.3 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Промежуточная аттестация | Экзамен | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1<br>УК-2.2<br>УК-2.3 | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование (компьютерные технологии) |

## Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **2 курс, сессия установочная** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Оптимальные модели управления.** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Задачи математического программирования. Задачи наилучшего использования ресурсов. | ОПК-1.1<br>ОПК-8.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.2 | Текущий контроль | Двойственные задачи в экономическом планировании и управлении | ОПК-1.2<br>УК-2.1 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.3 | Текущий контроль | Транспортные задачи. Задачи о назначениях. Метод ветвей и границ. | ОПК-1.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.4 | Текущий контроль | Основные понятия теории игр. Элементы теории игр в задачах управлении | ОПК-8.1<br>ОПК-8.3<br>УК-2.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| **2.0** | **Раздел 2. Модели сетевого планирования и управления проектами.** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Основные понятия сетевого планирования. Метод критического пути. | ОПК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.2 | Текущий контроль | Временные параметры сетевых графиков. Понятие оптимизации сетевых проектов | ОПК-1.2<br>УК-2.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| **3.0** | **Раздел 3. Эконометрические модели управления.** | | | |
| 3.1 | Текущий контроль | Задачи управления, связанные с построением моделей множественной регрессии | ОПК-1.3 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.2 | Текущий контроль | Нелинейные модели регрессии в задачах управлении | ОПК-8.1<br>ОПК-8.2 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.3 | Текущий контроль | Использование данных временных рядов в планировании, прогнозировании и управлении | ОПК-1.1<br>УК-2.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| **2 курс, сессия зимняя** | | | | |
| | Текущий контроль | Экономико-математические модели | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1<br>УК-2.2<br>УК-2.3 | Контрольная работа (КР) (письменно) |
| | Промежуточная аттестация | Экзамен | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1<br>УК-2.2<br>УК-2.3 | (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.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины |
| 2 | Тестирование (компьютерные технологии) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |
| 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.<br>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. | Перечень теоретических вопросов и |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | 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.<br>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 |

Тестирование

| Шкалы 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 |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования |

Лабораторная работа

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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

### 3.0 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

Задание 1

Решить задачу линейного программирования:
графическим методом;
с помощью надстройки Поиск решения в EXCEL.

$$f(\vec{x}) = 3x_1 + 4x_2 \to \max$$
$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \le 19, \\ 4x_1 + 3x_2 \le 17, \end{cases}$$
$$x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0$$

Задание 2

Предприятие производит 2 вида продукции, используя для этого 3 вида ресурсов. Информация о количестве единиц каждого ресурса, необходимых для производства единицы продукции каждого вида, и доходах, получаемых предприятием от единицы каждого вида товаров, определяется таблицей.

1. Найти оптимальный план выпуска продукции с целью получения максимального дохода. Каким при выполнении этого плана будет полный доход?

2. Другой производитель хочет купить у предприятия имеющиеся ресурсы. Однако предприятие не будет продавать ресурсы, если ему выгоднее пустить их в производство. Какие расценки должен предложить другой производитель, чтобы заплатить минимально возможную сумму? Какова будет эта сумма?

| Ресурсы | Нормы расхода ресурсов на единицу продукции | | Наличие ресурсов |
|---|---|---|---|
| | Продукция 1 | Продукция 2 | |
| Ресурс 1 | 2 | 4 | 8 |
| Ресурс 2 | 3 | 4 | 3 |
| Ресурс 3 | 6 | 2 | 4 |
| Цена единицы продукции | 5 | 7 | |

Задание 3

5 предприятий-потребителей требуют поставить им некоторый товар в количестве $B=(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ тонн. Три поставщика имеют его в количестве $A=(a_1, a_2, a_3)$ тонн. Стоимость перевозки 1 тонны груза от поставщика $i$ к потребителю $j$ задана матрицей затрат $C=\{c_{ij}\}$, $i=1,2,3$, $j=1,2,3,4,5$. Требуется найти такую матрицу плана перевозок $X=\{x_{ij}\}$, $i=1,2,3$, $j=1,2,3,4,5$, чтобы суммарные затраты на доставку груза были минимальны.

$$A=(200,\ 175,\ 225);\ B=(100,\ 130,\ 80,\ 190,\ 100);\ C=\begin{pmatrix} 5 & 7 & 4 & 2 & 5 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 10 \\ 2 & 3 & 6 & 8 & 7 \end{pmatrix}.$$

Задание 4

Коммивояжеру, находящемуся в городе 1, необходимо посетить по одному разу города 2, 3, 4, 5 и вернуться в город 1. Он получил информацию о стоимости перелёта между этими городами и составил матрицу стоимостей. Решить задачу коммивояжёра для заданной матрицы стоимостей как задачу о назначениях. Какой вариант обхода оптимален в смысле минимальной стоимости пути? Какова эта стоимость?

| | в 1 | в 2 | в 3 | в 4 | в 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Из 1 | 0 | 908 | 906 | 105 | 716 |
| Из 2 | 828 | 0 | 730 | 196 | 604 |
| Из 3 | 852 | 696 | 0 | 65 | 181 |
| Из 4 | 98 | 194 | 62 | 0 | 860 |
| Из 5 | 666 | 581 | 177 | 820 | 0 |

Задание 5

Имеются средства в количестве 5 млн. рублей. Средства должны быть распределены трём предприятиям в количествах, кратных 1 млн. рублей. Доход $f_k(u)$ от выделения k-му предприятию средств в размере $u\,(k=1,2,3)$ указан в таблице. Требуется распределить средства так, чтобы суммарный доход был максимальным. Решить дискретную (целочисленную) задачу методом ветвей и границ;

| Доход. $f_k(u)$, млн. руб. | Выделенные средства $u$, млн. руб. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $f_1(u)$ | 0 | 3 | 5 | 10 | 12 | 16 |
| $f_2(u)$ | 0 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| $f_3(u)$ | 0 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Задание 6

Найти решение матричной игры с заданной платёжной матрицей. Для этого:

найти максимин и минимакс игры и установить наличие или отсутствие седловой точки;

решить матричную игру в смешанных стратегиях как симметричную пару взаимно двойственных задач линейного программирования;

определить цену игры.

| №1 | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | -1 | 2 | 1 | 5 | 3 |
| $A_2$ | 2 | 0 | 2 | 5 | 0 |
| $A_3$ | 5 | 0 | 3 | -4 | -2 |
| $A_4$ | 3 | -5 | 0 | 0 | -2 |

Задание 6

В фирме, занимающейся перевозками пассажиров, на десяти автомобилях работает десять таксистов. В таблице представлены следующие данные для каждого таксиста: $X_1$ – водительский стаж (годы); $X_2$ – срок эксплуатации автомобиля (годы), Y – среднедневная выручка (тыс. руб.):

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x_{1i}$ | 7 | 2 | 2 | 7 | 7 | 3 | 4 | 3 | 6 | 7 |
| $x_{2i}$ | 3 | 6 | 7 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 7 | 5 |
| $y_i$ | 1.4 | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.3 |

Требуется:

- оценить линейную регрессию уравнением $\overline{y}_{x_1,x_2} = a_1^* x_1 + a_2^* x_2 + b^*$;
- определить s (стандартную ошибку оценки Y), а также $s_{a_1}$ и $s_{a_2}$ (стандартные отклонения оценок коэффициентов регрессии);
- найти $t$-статистики коэффициентов $a_1$ и $a_2$ и сделать вывод об их значимости;
- предсказать среднедневную выручку для таксиста с водительским стажем 12 лет и сроком эксплуатации автомобиля 5 лет;
- найти коэффициент детерминации модели;
- с помощью F- теста оценить значимость регрессии.

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

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

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

| Индикатор достижения компетенции | Разделы и темы в соответствии с РПД/РПП | Характеристика ТЗ | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|---|---|---|---|
| ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>ОПК-8.3<br>УК-2.1<br>УК-2.2 | **Раздел 1. Оптимальные модели управления**<br>Задачи математического программирования. Задачи наилучшего использования ресурсов. Двойственные задачи в экономическом планировании и управлении<br>Транспортные задачи. Задачи о назначениях. Метод ветвей и границ.<br>Основные понятия теории игр. Элементы теории игр в задачах управлении | Знание | 50-ЗТЗ<br>40-ОТЗ |
| | | Умение | 30-ЗТЗ<br>35-ОТЗ |
| | | Владение | 10-ЗТЗ<br>15-ОТЗ |
| ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>УК-2.2 | **Раздел 2. Модели сетевого планирования и управления проектами**<br>Основные понятия сетевого планирования. | Знание | 3-ЗТЗ<br>4-ОТЗ |
| | | Умение | 5-ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Метод критического пути.<br>Временные параметры сетевых графиков.<br>Понятие оптимизации сетевых проектов | | 1-ОТЗ |
| | | Владение | 2-ЗТЗ<br>0-ОТЗ |
| ОПК-1.1<br>ОПК-1.3<br>ОПК-8.1<br>ОПК-8.2<br>УК-2.3 | **Раздел 3. Эконометрические модели управления**<br>Задачи управления, связанные с построением моделей множественной регрессии<br>Нелинейные модели регрессии в задачах управлении<br>Использование данных временных рядов в планировании, прогнозировании и управлении | Знание | 12-ЗТЗ<br>15-ОТЗ |
| | | Умение | 12-ЗТЗ<br>15-ОТЗ |
| | | Владение | 12-ЗТЗ<br>15-ОТЗ |
| | | Итого | 136-ЗТЗ<br>155-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.

***Задание 1.*** Отметьте правильный ответ

Задача математического программирования представляет собой:

- ☑ задачу оптимизации при ограничениях в виде равенств и/или неравенств
- ☐ задачу решения системы линейных неравенств
- ☐ задачу минимизации или максимизации целевой функции без ограничений
- ☐ задачу решения системы линейных уравнений

***Задание* 2** Укажите все правильные ответы

Отметьте термины, используемые в задачах линейного программирования:

- ☑ целевая функция
- ☑ матрица ограничений
- ☑ вектор правых частей ограничений
- ☑ допустимое решение
- ☑ оптимальное решение
- ☐ объясняющие переменные
- ☐ объясняемые переменные
- ☐ ошибка регрессии

***Задание* 3.** Установите соответствие

| | |
|---|---|
| Задача линейного программирования содержит только ограничения-равенства (кроме условий неотрицательности переменных) | Каноническая задача ЛП |
| Задача линейного программирования содержит только ограничения-неравенства | Стандартная задача ЛП |
| Задача линейного программирования содержит ограничения и в виде равенств, и в виде неравенств | Общая задача ЛП |
| | Нелинейная задача математического программирования |

***Задание* 4** Отметьте правильный ответ

Если решение задачи линейного программирования единственно, то оно достигается :

- ☑ в одной из вершин допустимого многогранника
- ☐ на середине одной из граней допустимого многогранника
- ☐ внутри допустимого многогранника
- ☐ вне допустимого множества

***Задание* 5** Отметьте правильный ответ:

Дана стандартная задача линейного программирования, в которой пять неизвестных и два ограничения. Для того, чтобы найти экстремальное значение целевой функции, используя геометрический метод решения задач ЛП, можно:

- ☑ перейти к двойственной задаче
- ☐ произвести замену переменных
- ☐ перейти к канонической форме
- ☐ ввести дополнительные ограничения

***Задание* 6** Впишите недостающее слово

Если в задаче математического программирования переменные могут принимать только значения 0 и 1, то такую задачу можно назвать задачей с ... переменными.

*Правильный вариант ответа: бинарными*

***Задание* 7.** В модели парной линейной регрессии

☑ коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до +1
☑ коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции
☐ коэффициент корреляции равен квадрату коэффициента детерминации
☑ коэффициент детерминации может принимать значения от 0 до 1

***Задание 8***. Матричная игра задана платежной матрицей А:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 4 & 6 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Нижняя цена игры равна

☐ 1
☑ 2
☐ 3
☐ 4

***Задание 9.*** Установите соответствие между прямой и двойственной задачами линейного программирования

$F = 3x_1 + 4x_2 \to \max,$
$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 1, \\ x_1 - x_2 \ge 3, \\ x_j \ge 0,\ j = 1,2. \end{cases}$

$Z = y_1 - 3y_2 \to \min,$
$\begin{cases} y_1 - y_2 \ge 3, \\ 2y_1 + y_2 \ge 4, \\ y_i \ge 0, i = 1,2. \end{cases}$

$F = 7x_1 + 6x_2 \to \max,$
$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 3, \\ -2x_1 + x_2 \le 4, \\ x_j \ge 0,\ j = 1,2. \end{cases}$

$Z = 3y_1 + 4y_2 \to \min,$
$\begin{cases} y_1 - 2y_2 \ge 7, \\ y_1 + y_2 \ge 6, \\ y_i \ge 0, i = 1,2. \end{cases}$

$F = 4x_1 + 7x_2 \to \max,$
$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \le 1, \\ x_1 - 2x_2 \le 4, \\ x_j \ge 0,\ j = 1,2. \end{cases}$

$Z = y_1 + 4y_2 \to \min$
$\begin{cases} 2y_1 + y_2 \ge 4, \\ y_1 - 2y_2 \ge 7, \\ y_i \ge 0, i = 1,2. \end{cases}$

***Задание* 10.** Модель парной линейной регрессии оценена уравнением $\overline{y}_x = a^* x_i + b^*$, с $a^* = 4.4$ и стандартным отклонением коэффициента регрессии $s_a = 2.2$. В таком случае *t*-статистика коэффициента регрессии $a$ равна

☑ 2
☐ 0.5
☐ 9.68
☐ 6.6

***Задание* 11.** Пусть $Y$ – средняя дальность поездок в данной стране (км), $X_1$ – густота сети (км на 100 кв. км территории), $X_2$ – средняя дальность грузоперевозок (км). Линейная регрессионная модель $y_i = a_1 x_{1i} + a_2 x_{2i} + b + \varepsilon_i$ оценена уравнением

$$\overline{y}_{x_1, x_2} = -2.6x_1 + 0.04x_2 + 56.$$

В стране с густотой сети 4.3 км на 100 кв. км территории и средней дальностью грузоперевозок 778 км предсказание средней дальности поездок составит

☐ 38 км
☐ 125 км
☐ 57 км

☑ 76 км

***Задание* 12.** Ранний срок наступления события $T_p(i)$=9, поздний срок $T_n(i)$=12. Резерв времени события равен:

☐ 21
☐ Недостаточно информации
☐ -3
☑ 3

***Задание* 13.** Ряд динамики некоторого количественного признака содержит уровни, относящиеся к зиме, весне, лету и осени (4 момента времени в течение каждого года). Автокорреляционная функция, построенная по показаниям нескольких лет, такова, что наиболее высоким является коэффициент автокорреляции с лагом 2. Это говорит о том, что

☐ выявлена линейная тенденция развития во времени
☑ выявлена цикличность с периодом полгода
☐ выявлена цикличность с периодом 1 год
☐ выявлена цикличность с периодом 2 года

***Задание* 14.** Пусть регрессионная модель $Y$ от $X_1$ и $X_2$ ($y_i = a_1x_{1i} + a_2x_{2i} + b + \varepsilon_i$) оценена уравнением $\overline{y}_{x_1,x_2} = -2.6x_1 + 0.04x_2 + 56$ по выборке объёма $n = 13$. Стандартные отклонения коэффициентов регрессии равны $s_{a_1}$= 0.65 и $s_{a_2}$= 0.03. Критическая точка распределения Стьюдента $t_{2.cr}(\alpha = 0.05, n - m - 1 = 10) = 2.23$.

☑ Влияние $X_1$ значимо, влияние $X_2$ незначимо
☐ Влияние $X_1$ незначимо, влияние $X_2$ незначимо
☐ Влияние $X_1$ незначимо, влияние $X_2$ значимо
☐ Влияние $X_1$ значимо, влияние $X_2$ значимо

***Задание 15*** Отметьте правильный ответ

Для производства двух видов продукции А и В можно использовать материал трех сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется 19 кг материала первого сорта, 16 кг материала второго сорта и 19 кг материала третьего сорта. На изготовление единицы изделия вида В расходуется 26 кг материала первого сорта, 17 кг материала второго сорта и 8 кг материала третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта 868 кг, материала второго сорта 638 кг, материала третьего сорта 853 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль 5 у.е., а от продукции вида В прибыль составляет 4 у.е. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В.

Экономико-математической моделью данной задачи является:

| | |
|---|---|
| ☑ $F = 5x_1 + 4x_2 \to \max,$<br>при условиях<br>$19x_1 + 26x_2 \le 868,$<br>$16x_1 + 17x_2 \le 638,$<br>$19x_1 + 8x_2 \le 853,$<br>$x_{1,2} \ge 0.$ | ☐ $F = 5x_1 + 4x_2 \to \max,$<br>при условиях<br>$26x_1 + 19x_2 \le 868,$<br>$17x_1 + 16x_2 \le 638,$<br>$8x_1 + 19x_2 \le 853,$<br>$x_{1,2} \ge 0.$ |
| ☐ $F = 4x_1 + 5x_2 \to \max,$<br>при условиях<br>$19x_1 + 26x_2 \ge 868,$<br>$16x_1 + 17x_2 \ge 638,$<br>$19x_1 + 8x_2 \ge 853,$<br>$x_{1,2} \ge 0.$ | ☐ $F = 5x_1 + 4x_2 \to \max,$<br>при условиях<br>$19x_1 + 26x_2 \ge 868,$<br>$16x_1 + 17x_2 \ge 638,$<br>$19x_1 + 8x_2 \ge 853,$<br>$x_{1,2} \ge 0.$ |

## 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

«Двойственные задачи в экономическом планировании и управлении»

*Задание*

Предприятие производит 2 вида продукции, используя для этого 3 вида ресурсов. Информация о количестве единиц каждого ресурса, необходимых для производства единицы продукции каждого вида, и доходах, получаемых предприятием от единицы каждого вида товаров, дана в табл. 1.

Табл. 1

| Ресурсы | Нормы расхода ресурсов на единицу продукции | | Наличие ресурсов |
|---|---|---|---|
| | Продукция 1 | Продукция 2 | |
| Ресурс 1 | 6 | 2 | 100 |
| Ресурс 2 | 3 | 4 | 140 |
| Ресурс 3 | 1 | 5 | 70 |
| Цена единицы продукции | 3 | 2 | |

4.1. Найти оптимальный план выпуска продукции с целью получения максимального дохода. Каким при выполнении этого плана будет полный доход?

4.2. Найти двойственные оценки ресурсов. Почему двойственная оценка ресурса 2 оказалась нулевой? Как изменится максимально возможный доход предприятия, если: количество ресурса 1 увеличится на 10 единиц? количество ресурса 2 увеличится на 20 единиц? количество ресурса 3 уменьшится на 5 единиц? Изменение дохода подсчитайте с помощью теоремы об оценках и проверьте непосредственным решением задачи о наилучшем плане с изменившимися условиями (с помощью Поиска решения).

*Контрольные вопросы*

1. Какие величины в задаче о наилучшем плане производства являются постоянными и какие величины – переменными? Что представляет собой целевая функция этой задачи? Каков экономический смысл ограничений?

2. Запишите задачу, двойственную по отношению к задаче

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 3x_2 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 4, \\ x_1 + x_2 \le 2, \\ x_j \ge 0,\ j = 1,2. \end{cases}$$

3. Возможно ли, что исходную задачу линейного программирования нельзя решить графическим методом, а двойственную – можно? Приведите пример.

4. Как практически используются двойственные оценки ресурсов? Как экономически интерпретируется нулевое значение двойственной оценки некоторого ресурса?

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

«Транспортные задачи. Задачи о назначениях. Метод ветвей и границ.»

*Задание*

Имеется 4 производителя однородного груза с запасами 60, 100, 35 и 55 единиц и 5 потребителей с потребностями 40, 30, 50, 80 и 50 единиц. $c_{ij}$ – расстояния между производителями и потребителями – указаны в табл. 3. Найти оптимальный план перевозок.

Табл. 3

| Производители | Потребители | | | | | Запасы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | |
| $A_1$ | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 60 |
| $A_2$ | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 100 |
| $A_3$ | 4 | 2 | 5 | 5 | 4 | 35 |
| $A_4$ | 5 | 4 | 6 | 5 | 4 | 55 |
| Потребности | 40 | 30 | 50 | 80 | 50 | 250 |

*Контрольные вопросы*

1. Если в открытой транспортной модели суммарные запасы превышают суммарные потребности, то что нужно сделать для сведения её к модели закрытого типа?

2. Если в открытой транспортной модели суммарные потребности превышают суммарные запасы, то что нужно сделать для сведения её к модели закрытого типа? Приведите простейший числовой пример.

3. Дана задача с бинарными переменными:

$$f(\mathbf{x}) = 6x_1 + 3x_2 + 5x_3 \to \max,$$
$$7x_1 + 8x_2 + 9x_3 \le 20,$$
$$x_j = 0 \text{ или } 1, \quad j = 1, 2, 3.$$

Чему равно значение целевой функции, соответствующее оптимальному решению?

4. Задача о назначениях представляет собой частный случай транспортной задачи. В чём состоит отличие от общего случая?

5. Если в задаче о назначениях число ресурсов на 3 превышает число работ, то что нужно сделать для того, чтобы модель задачи стала закрытой?

6. В чём состоит математическое отличие задачи коммивояжёра от задачи о назначениях?

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

«Основные понятия теории игр. Элементы теории игр в задачах управлении»

*Задание*

Задана платёжная матрица

$$A = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.8 \\ 0.7 & 0.4 \end{pmatrix}.$$

Если у игры есть седловая точка, найти оптимальные чистые стратегии. Если седловой точки нет, найти оптимальные смешанные стратегии. Чему равна цена этой игры?

*Контрольные вопросы*

1. На примерах заданий лабораторной работы найти минимаксные стратегии игроков, установить наличие или отсутствие седловой точки в игре.
2. Объясните, в чём заключается равновесие в игре с седловой точкой.
3. Что такое смешанные стратегии игроков?

4. Что такое активные чистые стратегии?
5. Почему оптимальная чистая стратегия − это частный случай оптимальной смешанной стратегии? Объясните на подходящем примере.

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

«Задачи управления, связанные с построением моделей множественной регрессии»

Задание 5.1. Десять студентов имеют следующие показатели в изучении учебной дисциплины ($X_1$ – число выполненных домашних заданий, $X_2$ – число пропущенных занятий, $Y$ – оценка на экзамене):

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x_{1i}$ | 10 | 13 | 12 | 13 | 7 | 10 | 14 | 16 | 8 | 5 |
| $x_{2i}$ | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 |
| $y_i$ | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 |

Требуется провести подробный регрессионный анализ, оценив линейную регрессию уравнением $\overline{y}_{x_1,x_2} = a_1^* x_1 + a_2^* x_2 + b^*$.

Задание 5.2. В таблице показаны объёмы продаж продукции городского хладокомбината (мороженого) за отдельные временные отрезки летнего сезона. Требуется построить линейную модель множественной регрессии для объёма реализации с двумя объясняющими переменными, применив 2 способа: функцию ЛИНЕЙН и надстройку «Анализ данных».

*Контрольные вопросы*

1. Являются ли коэффициенты регрессии при обеих объясняющих переменных ($a_1^*$ и $a_2^*$) в задании 5.1 значимыми? Как в этом случае интерпретировать результаты? Что делать дальше для получения надёжного прогноза?
2. Каковы результаты применения t-теста и F-теста к заданию 5.2?
3. Дайте интерпретацию коэффициентов регрессии в задании 5.2.
4. Введите в некоторую ячейку формулу, которая будет давать прогноз реализации мороженого на ближайшую неделю (задание 5.2) по значениям объясняющих переменных (эти значения вводятся в соседние ячейки).
5. Пусть известно, что синоптики прогнозируют на ближайшую неделю жару в 30-34 градуса (в качестве среднего значения берём 32). Убедитесь, что прогноз недельной реализации составляет 57.4 тонны. Допустим, что производственные мощности позволяют выпустить лишь 50 тонн. Опытным путём подберите такое увеличение цены (в процентах), чтобы выйти на уровень реализации приблизительно 50 тонн.

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

«Использование данных временных рядов в планировании, прогнозировании и управлении»

Задание 2.2. Имеются данные о динамике потребления электроэнергии на промышленном предприятии в зимний и летний периоды времени (см. выше пример 4).

Требуется:

**1)** найти автокорреляционную функцию уровней ряда динамики (коэффициенты автокорреляции для лага 1, 2);
**2)** сделать вывод о наличии линейной тенденции и цикличности;
**3)** оценить параметры линейной модели регрессии уравнением $\overline{y}_{t,x} = a_0^* t + a_1^* x + b^*$, где $t$ − сквозной номер сезона, и

$$x = \begin{cases} 1 \text{ для зимы,} \\ 0 \text{ для лета.} \end{cases}$$

**4)** убедиться в значимости коэффициентов регрессии;

**5)** вычислить модельные значения $\overline{y}_{t,x}$ и, добавив их на рис. 2, сравнить с фактическими уровнями ряда.

*Контрольные вопросы*

1. Как выявляется линейный тренд по анализу цепных приростов в ряде динамики?
2. Как зависит число фиктивных переменных регрессионной модели, отвечающих за циклическую составляющую, от продолжительности цикла?
3. В задании 2.2 сравните коэффициент детерминации построенной модели с коэффициентом детерминации регрессионной модели, включающей только линейный тренд. Результат объясните.

### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

**Раздел 1. Оптимальные модели управления**

Задачи оптимизации, общие понятия

1. Что такое «безусловная оптимизация»? Приведите пример.
2. Что такое «задача условной оптимизации»?
3. Что такое «задача математического программирования»?
4. Что такое «задача линейного программирования»?

Виды задач линейного программирования

1. Что такое «стандартная задача ЛП»? Приведите простейший пример.
2. Что такое «каноническая задача ЛП»? Приведите простейший пример.
3. Если задача линейного программирования содержит три ограничения-равенства и ни одного ограничения-неравенства (кроме условий неотрицательности переменных), то к какому виду задач ЛП она относится?
4. Что следует сделать для приведения задачи ЛП, содержащей одно ограничение в форме равенства и два ограничения в форме неравенств, к канонической форме?
5. Что следует сделать для приведения задачи ЛП, содержащей три ограничения в форме неравенств, к канонической форме?

Решение стандартной задачи линейного программирования

1. Если решение задачи линейного программирования единственно, то где оно достигается? Проиллюстрируйте рисунком.
2. Если существует множество оптимальных решений задачи линейного программирования, то где они достигаются? Ответ проиллюстрируйте рисунком.
3. Объясните смысл выражения «Множество допустимых решений задачи ЛП является пустым». Приведите графический пример.
4. Объясните смысл выражения «Оптимального решения задачи ЛП не существует». Приведите графический пример.

Задача о наилучшем плане производства. Двойственность в линейном программировании

1. Для выпуска пальто двух типов − зимнего и демисезонного − на фабрике используется сырье четырех видов: драп, подкладочная ткань, пуговицы, застежки " молнии". Их запасы соответственно равны 21, 8, 12, 5 усл. ед. Прибыль от продажи зимнего пальто 3 ден. ед., от демисезонного − 2 ден. ед. Для зимних пальто тратится соответственно 2, 1, 2, 1 усл. ед. сырья, а для демисезонного 3, 1, 1, 0. Составить план производства, обеспечивающий наибольшую прибыль фабрике.

2. Какие величины в задаче о наилучшем плане производства являются постоянными и какие величины – переменными? Что представляет собой целевая функция этой задачи? Каков экономический смысл ограничений?

3. Возможно ли, что исходную задачу линейного программирования нельзя решить графическим методом, а двойственную – можно? Приведите пример.

4. Как практически используются двойственные оценки ресурсов? Как экономически интерпретируется нулевое значение двойственной оценки некоторого ресурса?

Транспортная задача ЛП

1. Если в открытой транспортной модели суммарные запасы превышают суммарные потребности, то что нужно сделать для сведения её к модели закрытого типа? Приведите простейший числовой пример.

2. Если в открытой транспортной модели суммарные потребности превышают суммарные запасы, то что нужно сделать для сведения её к модели закрытого типа? Приведите простейший числовой пример.

3. На произвольном примере объясните суть метода северо-западного угла для составления начального плана транспортной задачи.

4. На произвольном примере объясните суть метода наименьшей стоимости для составления начального плана транспортной задачи.

5. Цикл в транспортной таблице, цена цикла.

6. Суть распределительного метода решения транспортной задачи.

Некоторые виды дискретных задач математического программирования

1. Суть метода отсечений.

2. Суть метода ветвей и границ.

3. Задача о назначениях представляет собой частный случай транспортной задачи. В чём состоит отличие от общего случая?

4. Если в задаче о назначениях число ресурсов на 3 превышает число работ, то что нужно сделать для того, чтобы модель задачи стала закрытой?

5. В чём состоит математическое отличие задачи коммивояжёра от задачи о назначениях?

**Раздел 2. Модели сетевого планирования и управления проектами**

1. Общие сведения о сетевом планировании
2. Построение сетевого графика
3. Путь в сетевом графике
4. Временные параметры наступления событий
5. Временные параметры выполнения работ
6. Понятие о сетевых графиках в условиях неопределенности
7. Понятие об оптимизации сетевого графика

**Раздел 3. Эконометрические модели управления**

1. Какие основные этапы включает в себя эконометрическое исследование?
2. Какие типы данных используются при статистическом моделировании экономических процессов?
3. Почему серьёзные эконометрические исследования стали возможны только в результате появления быстродействующих компьютеров?
4. Сформулируйте цель регрессионного анализа.
5. Какая функция минимизируется при применении метода наименьших квадратов?
6. Как связаны между собой линейный коэффициент корреляции r и угловой коэффициент уравнения парной линейной регрессии a?
7. Что такое ошибки регрессии?

8. Какая величина называется стандартной ошибкой оценки (в случае парной регрессии)?
9. Как рассчитываются стандартные отклонения коэффициентов парной регрессии?
10. Дайте определение t-статистики коэффициента регрессии. Как проверяется гипотеза о значимости коэффициента регрессии?
11. Какие суммы квадратов рассчитываются при анализе вариации по уравнению регрессии?
12. Что такое коэффициент детерминации? Как оценивается качество регрессии?
13. Как связан коэффициент детерминации парной линейной модели регрессии с коэффициентом линейной корреляции?
14. В чём состоит F-тест для оценки значимости регрессии? Как связаны между собой F-статистика и коэффициент детерминации?
15. Почему модель парной регрессии часто является недостаточной? Приведите примеры.
16. Как выглядит линейная модель множественной регрессии?
17. Как учесть в модели регрессии влияние качественных факторов? Охарактеризуйте два подхода к решению этой проблемы: (1) построение раздельных регрессий и (2) введение фиктивной переменной. Приведите пример.
18. Что такое фиктивная переменная? Приведите не менее 4-5 примеров.
19. Что такое линейность по переменным и линейность по параметрам?
20. В чём состоит метод линеаризации, если имеется только нелинейность по переменным, но не по параметрам?
21. Как линеаризовать степенную функцию?
22. Как с помощью модели регрессии оценить эластичность потребления по доходу?
23. Как линеаризуется степенная функция потребления с двумя переменными?
24. Назовите наиболее часто используемые виды временного тренда.
25. Как выбрать подходящий временной тренд по показателям ряда динамики (по абсолютным приростам, по коэффициентам роста)?
26. Как линеаризовать модель с экспоненциальным временным трендом?
27. Что такое автокорреляция уровней ряда динамики?
28. Что такое лаг?
29. Как рассчитываются коэффициенты автокорреляции с лагом 1, 2, и т.д.?
30. Что такое автокорреляционная функция? Как с её помощью исследуется наличие линейного тренда и цикличности?
31. Перечислите основные подходы к моделированию циклических (сезонных) колебаний. Подробнее охарактеризуйте подход, основанный на введении фиктивных переменных.
32. Что такое ложная корреляция? Приведите пример.
33. Как при анализе взаимосвязей исключить временной тренд?
34. Расскажите о генерации случайных чисел в EXCEL, приведите пример.
35. Охарактеризуйте метод Монте-Карло и его применение для статистического моделирования.
36. Расскажите о функции ЛИНЕЙН в EXCEL.
37. Расскажите о том, какие характеристики регрессии можно получить с помощью надстройки «Анализ данных» в EXCEL. В чём достоинства и недостатки «Анализа данных» по сравнению с функцией ЛИНЕЙН?
38. Какие виды тренда можно исследовать в EXCEL?
39. Как в EXCEL выбрать оптимальный вид тренда?

### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Дана задача линейного программирования

$$x_1 + x_2 + x_3 \le 7,$$

$$2x_1 + 4x_2 - 2x_3 \le 9,$$

$$x_1 - x_2 + 5x_3 \ge 6,$$

$$F = 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 \to \max, \quad x_j \ge 0, \quad j = 1,2,3$$

Запишите вектор коэффициентов целевой функции. Как от данной задачи перейти к задаче на минимизацию целевой функции?

2. Постройте графическое изображение следующей системы ограничений:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 1, \\ x_1 - x_2 \ge 3, \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$$

Можете ли вы привести пример такой линейной целевой функции (с указанием направления оптимизации), чтобы при данных ограничениях задача ЛП имела решение?

3. Какое из ограничений не влияет на формирование допустимого множества в задаче линейного программирования:

$$F = 2x_1 + 3x_2 \to \min,$$

при условиях

$$\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \le 1,$$

$$-\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \le 1,$$

$$x_1 \ge 0,$$

$$x_2 \ge 0.$$

4. Запишите задачу, двойственную по отношению к задаче

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 3x_2 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 4, \\ x_1 + x_2 \le 2, \\ x_j \ge 0, \ j = 1,2. \end{cases}$$

### 3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Дана задача с бинарными переменными:

$$f(\mathbf{x}) = 6x_1 + 3x_2 + 5x_3 \to \max,$$

$$7x_1 + 8x_2 + 9x_3 \le 20,$$

$$x_j = 0 \text{ или } 1, \quad j = 1,\ 2,\ 3.$$

Чему равно значение целевой функции, соответствующее оптимальному решению? Ответ объясните.

2. Элементы теории игр

Найти максимин и минимакс игры и установить наличие или отсутствие седловой точки; указать минимаксные стратегии игроков. Каким будет результат игры при использовании игроками своих минимаксных стратегий?

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | -1 | 2 | 1 | 5 | 3 |
| $A_2$ | 2 | 0 | 2 | 5 | 0 |
| $A_3$ | 5 | 0 | 3 | -4 | -2 |
| $A_4$ | 3 | -5 | 0 | 0 | -2 |

3. В таблице приведены данные для 5 супермаркетов о количестве работников (X) и среднедневной выручке (Y, тыс. рублей).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| xi | 25 | 38 | 22 | 58 | 40 |
| yi | 85 | 122 | 71 | 160 | 134 |

Оценить линейную регрессию Y по X уравнением $\overline{y}_x = a^* x + b^*$.

Провести t-тесты на значимость коэффициентов регрессии, приняв уровень значимости гипотезы $\alpha = 0.1$. Является ли значимым влияние числа работников супермаркета на объём среднедневной выручки? Является ли значимым свободный член уравнения регрессии?

Дать содержательную интерпретацию полученных результатов.

4. В 5 областях сопоставлены данные о средней температуре в летний период (X, градусы) и средней урожайности картофеля (Y, кг с «сотки»).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| xi | 19 | 20 | 21 | 18 | 19 |
| yi | 178 | 170 | 186 | 142 | 164 |

Оценить линейную регрессию Y по X уравнением $\overline{y}_x = a^* x + b^*$.

Рассчитать характеристики вариации: сумму квадратов, объясняемую регрессией, и остаточную сумму квадратов.

С помощью коэффициента детерминации r2 выявить долю вариации (%), объясняемую линейной регрессией Y по X.

Дать содержательную интерпретацию полученных результатов.

## 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 к оформлению (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 |
| Тестирование (компьютерные технологии) | Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, |

| | |
|---|---|
| | количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>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**

| | | |
|---|---|---|
| ИРГУПС<br>2022-2023<br>учебный год | **Экзаменационный билет № 1**<br>**по дисциплине «ЭММУ»**<br>2 **семестр** | Утверждаю:<br>Заведующий кафедрой «Математика»ИрГУПС<br>_____ |

1. Временные параметры наступления событий в сетевом графике работ.

2. Пятеро рабочих имеют следующие показатели ($X_1$ – стаж работы, $X_2$ – процент брака, $Y$ – разряд).

Оценить линейную регрессию уравнением $\overline{y}_{x_1,x_2} = a_1^* x_1 + a_2^* x_2 + b^*$.

Предсказать разряд рабочего, который имеет 12 лет стажа и допускает 2 процента брака.

3. Продукцией городского молочного завода являются молоко, кефир и сметана. На производство 1 т молока, кефира и сметаны требуется соответственно 1.01, 1.01 и 9.45 т молока. Затраты рабочего времени при разливе 1 т молока и кефира составляют 0.18 и 0.19 машино-часов. На расфасовке 1 т сметаны заняты специальные автоматы в течение 3.25 час. Всего для производства цельномолочной продукции завод может использовать 136 т молока. Основное оборудование может быть занято в течение 21.4 машино-часа, а автоматы по расфасовке сметаны – в течение 16.25 час. Прибыль от реализации 1 т молока, кефира и сметаны соответственно равна 300, 220 и 1360 руб. Завод должен производить не менее 100 т молока. Требуется составить математическую модель для определения объёмов выпуска молочной продукции, позволяющих получать наибольшую прибыль.