

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»
Бийский филиал им. В.М. Шукшина

Кафедра математики, физики, информатики

Утверждаю
директор Бийского филиала
им. В.М. Шукшина АлтГПУ
Т.В. Таврутенко



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки	Математика и Информатика
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	заочная

Составитель:
канд. пед. наук, доцент

 **Е.В. Дудышева**

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

на заседании кафедры математики, физики, информатики

(протокол № 8 от 10 марта 2025 г.)

Заведующий кафедрой

математики, физики, информатики _____



Г.С. Шилинг

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель дисциплины - формирование систематизированных знаний в области исследования операций и методов оптимизации.

Задачи дисциплины:

- овладение основными приемами и методами решения задач оптимизации;
- формирование представлений студентов о применении математики к решению оптимизационных задач в науке и технике и возможности использования средств вычислительной техники при решении прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» относится к вариативной части профессионального цикла (Б1.В.05).

Областью профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина, является образование.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности бакалавров:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- образовательные системы.

Профильной для данной дисциплины является профессиональная деятельность бакалавров.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и способы деятельности, сформированные в процессе изучения предмета «Математика» на предыдущем уровне образования, а также знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра» и «Геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов».

Освоение данной дисциплины является базой для дальнейшего освоения студентами курсов по выбору профессионального цикла.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих *компетенций*:

- Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

Наименование и код индикаторов достижения компетенций:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- ПК-1.1: знание основы методики преподавания, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области математики (3.1);
- ПК-1.2: знание рабочей программы и методики обучения по математике (3.2);

уметь:

- ПК-1.3: умение планировать и проводить учебные занятия по математике (У.1);
- ПК-1.4: умение использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития по математике (У.2);

владеть:

- ПК-1.5: владеть формами и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п. (В.1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		10	11
Аудиторные занятия (всего)	12	6	6
В том числе:			
Лекции (Л)	4	2	2
Практические занятия (ПЗ)	8	4	4
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	96	66	30
В том числе:			
Подготовка к лекционным занятиям	14	10	4
Подготовка к практическим занятиям	16	10	6
Подготовка к коллоквиумам	14	10	4
Выполнение индивидуального домашнего задания	16	10	6
Подготовка к аудиторным проверочным (контрольным) работам	16	12	4
Контрольные опросы	20	14	6
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) (указывается вид промежуточной аттестации)	зачет	зачет	зачет
Общая трудоемкость в часах:	108	72	36
Общая трудоемкость в зачетных единицах:	3	2	1

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов (модулей) дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
1.	Введение в исследование операций	Предмет и задачи исследования операций. Предмет и задачи исследования операций. Оптимизационные задачи в науке и технике. Основные понятия исследования операций. Математическое моделирование процессов принятия решений. Понятие математической модели, основные этапы ее построения; классификация математических моделей. Постановка задач и их классификация. Критерии эффективности операции. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.
2.	Введение в линейное программирование	Общая постановка задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП. Примеры задач линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность и способы преобразования. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Графическое решение задач линейного программирования. Свойства решений задачи ЛП. Решение задачи линейного программирования симплексным методом. Общая идея симплекс-метода. Построение начального опорного плана, симплексные таблицы, критерий оптимальности опорного плана. Улучшение опорного плана; симплексные преобразования, контроль вычислений. Особые случаи симплексного метода. Признаки бесконечности множества оптимальных планов, неограниченности целевой функции. Вырожденные и невырожденные задачи линейного программирования, заикливание. Метод искусственного базиса. Теория двойственности. Экономическая интерпретация задачи, двойственной задаче об использовании ресурсов. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Критерий оптимальности Канторовича. Основные теоремы двойственности. Понятие о целочисленном программировании. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

3	Специальные задачи линейного программирования.	Транспортная задача. Формулировка транспортной задачи; математическая модель ТЗ. Открытые и закрытые транспортные задачи. Определение начального опорного плана; вырожденный и невырожденный опорный план; методы «северо-западного» угла, минимального элемента. Оптимальный план транспортной задачи; цикл пересчета для свободной клетки, цена цикла; оценка свободной клетки. Метод потенциалов. Задача о назначениях. Формулировка задачи о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
4.	Введение в динамическое программирование	Метод динамического программирования. Принципы динамического программирования. Формулировка задачи динамического программирования, примеры. Метод динамического программирования. Принципы динамического программирования: принцип оптимальности, принцип погружения. Функциональные уравнения Беллмана. Решение задач динамического программирования. Примеры решения задач: о прокладывании наивыгоднейшего пути между двумя пунктами; об оптимальном распределении инвестиций (о распределении ресурсов); о выборе оптимальной стратегии замены оборудования; о загрузке машины.
5.	Введение в теорию игр	Основные понятия теории игр. Предмет и задачи теории игр. Определение игры. Классификация игр. Матричная игра; запись матричной игры в виде платёжной матрицы; понятие о нижней и верхней цене игры. Определение понятия цены антагонистической игры. Смешанные стратегии; существование цены игры и равновесия в смешанных стратегиях. Методы решения конечных игр. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования; приближенные методы решения. Примеры решения задач.
6	Элементы теории статистических решений	Задачи теории статистических решений. Критерии принятия решений. Игры с природой. Статистические решения. Матрица риска. Критерии принятия решения: критерий максимального математического ожидания выигрыша; «принцип недостаточного основания» Лапласа; максиминный критерий Вальда, критерий минимаксного риска Сэвиджа, критерий пессимизма-оптимизма Гурвица, критерий Ходжа-Лемана.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	В том числе в интерактивной форме (час)	СРС	Всего
1.	Введение в исследование операций	2	-	-	20	22
2.	Введение в линейное программирование	2	-	-	20	22
3.	Специальные задачи линейного программирования	-	2	2 ч. Работа в малых группах	20	22
4.	Введение в динамическое программирование	-	2	2 ч. Работа в малых группах	10	12
5.	Введение в теорию игр	-	2	-	10	12
6.	Элементы теории статистических решений	-	2	-	16	18
	Всего:	4	8	4	96	108
В том числе, использование интерактивных форм, технологий				лекц -	практ. 4	

Лекции

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
1	Введение в исследование операций	Предмет и задачи исследования операций. Предмет и задачи исследования операций. Оптимизационные задачи в науке и технике. Основные понятия исследования операций. Общая постановка задачи линейного программирования. Примеры задач линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность и способы преобразования.
2-4	Введение в линейное программирование	Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Графическое решение задач линейного программирования. Свойства решений задачи ЛП.

		Решение задачи линейного программирования симплексным методом. Общая идея симплекс-метода. Построение начального опорного плана, симплексные таблицы, критерий оптимальности опорного плана. Улучшение опорного плана; симплексные преобразования, контроль вычислений. Признаки бесконечности множества оптимальных планов, неограниченности целевой функции.
		Теория двойственности. Экономическая интерпретация задачи, двойственной задаче об использовании ресурсов. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Критерий оптимальности Канторовича. Основные теоремы двойственности.
5	Специальные задачи линейного программирования	Транспортная задача. Формулировка транспортной задачи; математическая модель ТЗ. Открытые и закрытые транспортные задачи. Определение начального опорного плана; вырожденный и невырожденный опорный план; методы «северо-западного» угла, минимального элемента. Оптимальный план транспортной задачи; цикл пересчета для свободной клетки, цена цикла; оценка свободной клетки. Метод потенциалов.
		Задача о назначениях. Формулировка задачи о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях – <i>самостоятельно</i>
6-7	Введение в динамическое программирование	Метод динамического программирования. Принципы динамического программирования. Формулировка задачи динамического программирования, примеры. Метод динамического программирования. Принципы динамического программирования: принцип оптимальности, принцип погружения. Функциональные уравнения Беллмана.
		Решение задач динамического программирования. Примеры решения задач: о прокладывании наивыгоднейшего пути между двумя пунктами; об оптимальном распределении инвестиций (о распределении ресурсов); о выборе оптимальной стратегии замены оборудования; о загрузке машины.
8	Введение в теорию игр	Основные понятия теории игр. Предмет и задачи теории игр. Определение игры. Классификация игр. Матричная игра; запись матричной игры в виде платёжной матрицы; понятие о нижней и верхней цене игры. Определение понятия цены антагонистической игры. Смешанные стратегии; существование цены игры и равновесия в смешанных стратегиях. Методы решения конечных игр. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования; приближенные методы решения. Примеры решения задач.

9	Элементы теории статистических решений	Задачи теории статистических решений. Критерии принятия решений. Игры с природой. Статистические решения. Матрица риска. Критерии принятия решения: критерий максимального математического ожидания выигрыша; «принцип недостаточного основания» Лапласа; максиминный критерий Вальда, критерий минимаксного риска Сэвиджа, критерий пессимизма-оптимизма Гурвица, критерий Ходжа-Лемана
---	--	---

Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
1-4	Введение в линейное программирование	Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность и способы преобразования. Графическое решение задач линейного программирования.
		Решение задачи линейного программирования симплексным методом.
		Решение задачи линейного программирования симплексным методом. Метод искусственного базиса.
		Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства.
5-7	Специальные задачи линейного программирования	Решение транспортных задач. Распределительный метод.
		Решение транспортных задач методом потенциалов. Открытые транспортные задачи.
		Решение задачи о назначениях венгерским методом.
8-9	Введение в динамическое программирование	Решение задач динамического программирования (о прокладывании наивыгоднейшего пути между двумя пунктами; об оптимальном распределении инвестиций).
		Решение задач динамического программирования (о выборе оптимальной стратегии замены оборудования; о загрузке машины).
10	Введение в теорию игр	Матричная игра; запись матричной игры в виде платёжной матрицы; понятие о нижней и верхней цене игры. Методы решения конечных игр
11	Элементы теории статистических решений	Задачи теории статистических решений. Критерии принятия решений

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторный практикум по дисциплине учебным планом не предусмотрен

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. *Вентцель, Е.С.* Исследование операций. Задачи, принципы, методология. [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Е.С. Вентцель – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2016. - 206с.
2. *Лунгу, К.Н.* Линейное программирование: руководство к решению задач. [Текст]: учеб. издание/ К. Н. Лунгу ; ред. В. С. Аролович. - М.: Физматлит, 2015. - 128 с.
3. *Пантелеев, А.В.* Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие с мультимедиа сопровождением/ А.В. Пантелеев, Т.А. Летова.– М.: Логос, 2011. – 424 с.
4. *Черников, Ю.Г.* Системный анализ и исследование операций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Черников Ю. Г.– М.: Издательство «Горная книга», 2016, 370 с.

б) дополнительная литература:

5. *Акулич, И.Л.* Математическое программирование в примерах и задачах. [Текст]: учеб. пособие для студентов эконом. спец. вузов/ И.Л. Акулич.– М.: Высш. школа, 1986. - 319 с.
6. *Волков И.К., Загоруйко Е.А.* Исследование операций. [Текст]: учеб. для вузов/ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: МГТУ, 2000.– 436 с.
7. *Кремер, Н. Ш.* и др. Исследование операций в экономике. [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Под редакцией Н.Ш.Кремера. – М.:ЮНИТИ, 2003. - 407с.
8. *Кузнецов, А.В.* и др. Высшая математика. Математическое программирование. [Текст]: учеб. пособие/ А.В Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод; под общ. редакцией А.В Кузнецова. – Минск.: Выш. школа, 1994
9. *Солодовников, А.С.* Введение в линейную алгебру и линейное программирование. [Текст]: учеб. пособие / А. С. Солодовников. – М.: Просвещение, 1966. - 183 с.

в) программное обеспечение:

1. Работа на компьютере проводится с использованием лицензионных версий операционной системы Microsoft Windows XP Prof.

2. Для работы в библиотеке используется общеузовское лицензионное программное обеспечение «Ирбис-64», в составе которого входят АРМ «Каталогизатор», АРМ «Читатель», АРМ «Администратор», АРМ «Комплектатор», Web-Ирбис (CZ39.50)

3. Лицензионная программа АУП (Шахты) – комплекс «Электронные ведомости»

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Электронный каталог библиотеки АГАО: http://irbis.bigpi.biysk.ru/cgi-bin/irbis64r_11/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BIBL_EX&P21DBN=BIBL&S21CNR=20&Z21ID=
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов: <http://school-collection.edu.ru/>
3. <http://comp-science.narod.ru> - дидактические материалы по информатике и математике.
4. <http://www.edu.ru/> – портал «Российское образование».

5. <http://standart.edu.ru/> – сайт, на котором размещены стандарты Российского образования.
6. Электронно-библиотечной системе IPRbooks (www.iprbookshop.ru)

д) перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: методические рекомендации / Сост.Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина; Алтайская гос. Академия обр-я им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014 . – 84 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 106 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, оборудования для физики, наличие подключения к сети Интернет. Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп»</i> Mathcad University Classroom Perpetual - 15 (сетевая версия) Код PKG-7517-EN PTC606002CD140-004 Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition SKU: BDB0006WW1518A Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition (сетевая версия Живая математика 5.0 <i>Живая физика</i> <i>Лого Мирь: Вероятности</i> <i>Виртуальные лаборатории: Электричество и магнетизм, Оптика и волны, Механика и Электродинамика</i> <i>Живая статистика SKU: BDB0006WWXX004, счет №АА 38643-00 от 26 августа 2008</i> ООО "Киролан Лицензии № 201998313, № 20199834, № 201998319, № 201998311, № 201998310, № 20199835, № 20199838, № 201998312, № 20199839 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 126 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: стационарный компьютер, школьное физическое оборудование, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i>	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 133 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, ноутбуки, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ОС Windows 10 PRO, Microsoft Windows 10 Home Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.</i> <i>Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 213 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 214 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 215 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: проектор, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 218 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, оборудования для физики, наличие подключения к сети Интернет. Microsoft Office 10 PRO ОС Microsoft Windows 10 PRO, Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) <i>Редактор растровой графики</i>	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-ВУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г. ПАК NITRINO Контракт №19/5-ЭА от 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Операционная система РЭД ОС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Virtual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов	
Ауд. 220 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: проектор, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 222 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft Office 10 PRO, ОС Microsoft Windows 10 PRO, Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) <i>Редактор растровой графики</i> Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-ВУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г. 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Операционная система РЭД ОС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Virtual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Помещение для самостоятельной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 133 Компьютерный класс Учебная аудитория для самостоятельной работы для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, ноутбуки, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ОС Windows 10 PRO, Microsoft Windows 10 Home Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.</i> <i>Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (General Public, cense или аналог) Version 2: Audacity; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscap; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Virtual Box, GNU (General Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteCodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vigal Desktop Access (NVDA) Айпен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ ИМ. К.Д. УШИНСКОГО»
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ**

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 1-102 Кабинет для проведения занятий технологической направленности Комплект учебной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, ноутбуки, образовательный конструктор с комплектом датчиков, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике (6 комплектов), образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов, четырёхосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками, комплект полей и соревновательных элементов, образовательный модуль для углубленного изучения механики, мехатроники и САУ, лаборатория исследования окружающей среды, альтернативных источников энергии, материалов и инженерных конструкций, автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного движения, базовый робототехнический набор, ресурсный робототехнический набор, датчик цвета базового робототехнического набора, ультразвуковой датчик базового робототехнического набора, зарядное устройство, образовательный набор по изучению технологий реверсивного инжиниринга, образовательный набор по изучению аддитивных технологий и быстрого прототипирования, станок лазерной резки с числовым программным управлением и системой фильтрации воздуха. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12 21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Оборудование технологического профиля (Роботы, 3d сканер, 3d принтер) Контракт 7-ЭА от 23.09.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Цифровые микроскопы ПО TouP Cam Контракт 4-ЭА от 20.09.21 ИП Вебер Ольга Сергеевна Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Станок лазерной резки с ЧПУ и системой фильтрации воздуха (облачный режим www.gweikecloud.com) Контракт №10 от 18.10.2021г. ООО «УК «Восточная Сибирь» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 1-103 Кабинет для записи вебинаров и презентационного контента Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: студия для создания презентаций/онлайн-вебинаров /демонстрации опытов, УКФ-проектор, крепление, ноутбук и магнитно-маркерное покрытие. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Презентационное оборудование ПАК ТелеВидеоДата, ВидеоДистант ПО Microsoft Win 10 Professional Контракт 8-ЭА от 27.09.21 ООО «ТСН-Сиб» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 1-107 – 1-111 Кабинет для проведения занятий естественно-научной направленности Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, встроенные вычислительные блоки, цифровые лаборатории по химии (базовый уровень), биологии (базовый уровень), физике (стандартный уровень), учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий, микроскопы цифровые, лабораторное оборудование по физике, по химии, аппарат Киппа, баня комбинированная лабораторная, дозатор тип 1, дозатор тип 2, дозатор тип 3, магнитная мешалка, колбы, стерилизатор для лабораторной посуды воздушный, комплект изделий из керамики, фарфора и фаянса, набор пробирок, чаша кристаллизационная, комплект мерных колб, пробирки. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

ТЕХНОПАРК УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 154-167 Технопарк универсальных педагогических компетенций Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: Атомные спектры двуэлектронных систем He, Hg, камера для триногулярных микроскопов, комплект для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма человека, ресурсный набор анализа материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

визуализации, ресурсный набор рентгеноструктурный анализ материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, съёмная рентгеновская трубка Mo tube, съёмная рентгеновская трубка W tube, тринокулярный микроскоп для преподавателя 1000x, предметный столик, план-ахроматическая "бесконечная оптика", лабораторный набор по генетике и материалы, трис-боратный буфер для электрофореза, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Cosmos, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Focus Plus, очки дополненной реальности Epson, камера 360 профессиональная Insta360 Pro, камера 360 любительская Insta360 One, стационарный персональный компьютер Parus 2021, интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплекс» Программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма ПО 3datlas Контракт 12-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Оборудование для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации (рентгенография) Контракт 13-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Профессиональные оптические приборы ПО TouP Cam Контракт 14-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Учебно-демонстрационное оборудование (Цифровая лаборатория по физике ПО Releon Lite 3.63) Контракт 15-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы «VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 307 Кабинет по робототехнике Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного действия, стационарный персональный компьютер Parus 2021, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12.21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Операционная система РЭД ОС Муром 7.3.1 Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Стационарные персональные компьютеры Parus 2021Core i5 10400F Контракт №55-ЭА/2021 от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 413 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> «VR» - оборудование Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 417 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 420 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380 от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 421 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (десктоповая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика\преподавателя 4 мобильных компьютерных класса DEPO VIP 1530 Контракт №9-ЭА/2022 от 16.08.2022 ООО Умика Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380 от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс исследования операций и методов оптимизации разделен на 6 разделов, каждый из которых решает определенные задачи.

В начале курса необходимо организовать повторение необходимых фактов из курса линейной алгебры: решение систем линейных уравнений, операции над матрицами, вычисление определителей, основные понятия, связанные с векторными пространствами. Без этого глубокое усвоение содержания теоретического материала по линейному программированию невозможно. Контрольный опрос по основным понятиям линейной алгебры предполагается провести в тестовой форме. Опрос засчитывается при правильном ответе не менее чем на 80% вопросов.

Прикладной характер дисциплины предъявляет свои требования к ее формам контроля. По разделу «Введение в линейное программирование» необходимо провести коллоквиум, проверяющий усвоение теоретического материала, в связи с важностью этого материала и его логическими взаимосвязями с другими разделами (например, с разделом по теории игр). Индивидуальное домашнее задание по данному разделу предпочтительнее большой аудиторной контрольной работы, так как контрольная работа по симплекс-методу требует значительного времени на ее выполнение. Наличие необходимых практических навыков по разделу можно проверить также при выполнении небольших заданий, представленных в тестовой форме.

По разделу «Введение в динамическое программирование» предполагаются коллоквиум и индивидуальное домашнее задание, проверяющие усвоение методов решения различных задач ДП.

В разделе «Введение в теорию игр» следует особое внимание обратить на матричные игры и их решение. Контрольный опрос по основным понятиям этого раздела обязателен.

Зачет получает студент, успешно отчитавшийся по всем формам контроля (тест входного контроля, коллоквиумы по линейному и динамическому программированию,

теоретический опрос по теории игр, ИДЗ, проверочная работа по теории игр и теории статистических решений).

10.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Общая трудоемкость дисциплины, в соответствии с учебным планом, составляет 3 зачетные единицы и включает учебное время, отведенное на **лекционные, практические занятия и самостоятельную работу** студента.

Тематика лекционных и практических занятий охватывает все разделы учебной дисциплины и ориентирована на выполнение ее целей и задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины.

На лекционных занятиях рекомендуется внимательно слушать преподавателя, конспектировать материал лекции, принимать участие в интерактивных формах, используемых преподавателем на лекции, задавать вопросы и активно отвечать на поставленные вопросы. При подготовке к лекции необходимо проработать содержание предыдущих лекций, подготовить вопросы. После лекции также следует прочитать свой конспект, ознакомиться с вариантами изложения данной темы в учебниках и учебных пособиях, и если возникают вопросы, то можно с ними обратиться к преподавателю.

Цель **практических занятий** - осмысление студентами теоретического материала, изложенного на лекциях, формирование умения использовать его при решении практических задач в изучаемой области, развитие навыков самостоятельной работы, умения работать с учебной литературой.

Подготовка к практическому занятию включает выполнение заданий преподавателя по теме предыдущего занятия, а также подготовку к занятию по новой теме – самостоятельное изучение материалов лекционного курса, источников обязательной и дополнительной литературы.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью учебного процесса. Она запланирована и структурирована таким образом, чтобы студент при подготовке к занятиям наиболее эффективно осваивал теоретический материал и получал системные знания по курсу.

Руководство самостоятельной работой студентов со стороны преподавателя заключается в оказании помощи при планировании работы по изучению курса, в разъяснении вопросов, возникающих у студентов при изучении отдельных тем курса,

при подготовке к различным формам контроля, запланированным программой дисциплины.

При выполнении индивидуального домашнего задания (ИДЗ) следует обратить внимание на следующие моменты: вариант задания для каждого студента определяется его номером в списке группы; задание выполняется в отдельной тетради с подробным описанием хода решения и ссылками на соответствующий теоретический материал; проверка самостоятельности выполнения ИДЗ осуществляется преподавателем при собеседовании со студентом (защита ИДЗ).

Время, отведенное учебным планом на самостоятельную работу студента по дисциплине, составляет примерно 60% всей ее трудоемкости. Формы самостоятельной работы по каждому разделу дисциплины перечислены в технологической карте в конце программы.

Для оценивания уровня достигнутых результатов освоения студентом каждого раздела дисциплины, а также всей дисциплины в целом, соответствия его заявленным требованиям, используется **балльно-рейтинговая система**, детально описанная в технологической карте дисциплины.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств разработан для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **«Исследование операций и методы оптимизации»** и входит в состав основной образовательной программы по направлению подготовки: 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»), реализуемой при подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина». Фонд оценочных средств предназначен для проверки сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины **«Исследование операций и методы оптимизации»** в соответствии с учебным планом 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»).

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

- - Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

Компетенции, этапы	Индикаторы	Оценочные средства
ПК-1 5 этап	Знать: - ПК-1.1: знание основы методики преподавания, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области математики (З.1); - ПК-1.2: знание рабочей программы и методики обучения по математике (З.2);	Практико-ориентированное задание: тест входного контроля, коллоквиум, ИДЗ, проверочная контрольная работа.
	Уметь: - ПК-1.3: умение планировать и проводить учебные занятия по математике (У.1); - ПК-1.4: умение использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития по математике (У.2);	
	Владеть: - ПК-1.5: владеть формами и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п. (В.1).	

Компетенция ПК-1 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1 (способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика) формируется на пятом этапе формирования компетенций.

Компетенция ПК-1 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика.

1. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Тест входного контроля

(Тема: «Линейная зависимость и независимость, ранг и базис системы n -мерных векторов. Системы линейных уравнений»)

1. Из следующих систем векторов линейно независимыми являются:

1) $a_1=(0,1,0)$ $a_2=(-4,4,0)$ $a_3=(-2,1,0)$	2) $a_1=(0,1,0)$ $a_2=(1,-1,0)$ $a_3=(-2,1,-2)$	3) $a_1=(4,-2,4)$ $a_2=(1,-1,0)$ $a_3=(-2,1,-2)$	4) $a_1=(1,0,1)$ $a_2=(-2,1,0)$ $a_3=(0,0,0)$
---	--	---	--

2. Из следующих систем векторов линейно зависимыми являются:

1) $a_1=(2,-1,2)$ $a_2=(5,-3,3)$ $a_3=(-1,0,2)$	2) $a_1=(2,-1,2)$ $a_2=(5,-3,3)$ $a_3=(-1,0,-2)$	3) $a_1=(-2,1,-2)$ $a_2=(5,-3,3)$ $a_3=(2,-1,2)$	4) $a_1=(1,0,1)$ $a_2=(-2,1,0)$ $a_3=(0,0,0)$
--	---	---	--

3. Из следующих систем векторов базис пространства $R^3(R)$ образуют:

1) $a_1=(-3,7,1)$ $a_2=(4,0,3)$	2) $a_1=(1,-3,2)$ $a_2=(-1,3,2)$ $a_3=(0,1,0)$	3) $a_1=(1,-2,3)$ $a_2=(-1,2,1)$ $a_3=(-1,2,-3)$	4) $a_1=(1,-3,2)$ $a_2=(4,0,3)$ $a_3=(0,0,0)$
---------------------------------------	---	---	--

4. Какие из следующих систем линейных уравнений не имеют решений?

а) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 = 1 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 = 3 \\ -2x_1 - 6x_2 + 2x_3 = -1 \end{cases}$ б) $\begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 = 0 \\ -x_1 + 4x_2 + x_3 = 0 \end{cases}$ в) $\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + x_3 = -3 \\ -3x_1 + 2x_2 - 7x_3 = -4 \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$

1) а, в; 2) а, б; 3) а; 4) б.

5. Какие из следующих систем линейных уравнений имеют бесконечно много решений?

а) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 = 1 \\ -x_1 + 5x_2 = 3 \\ -2x_1 - 6x_2 + 2x_3 = 1 \end{cases}$ б) $\begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 = 0 \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 0 \end{cases}$ в) $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 = 6 \\ 2x_1 + x_2 = 3 \end{cases}$ г) $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 5 \\ 3x_1 - x_2 = 4 \end{cases}$

1) б, в; 2) а, б; 3) в, г; 4) б, г.

6. Какие из следующих систем имеют хотя бы одно решение?

а) $\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 = 1 \\ -x_1 + x_2 = 2 \end{cases}$ б) $\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 = 1 \\ -2x_1 + 5x_2 = -1 \end{cases}$ в) $\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 = 1 \\ -2x_1 + 5x_2 = 2 \end{cases}$ г) $x_1 + 2x_2 = -3$

1) только а, г; 2) только а, б; 3) а, б, г; 4) только б, г.

6. Какие из следующих систем имеют не более одного решения?

а) $\begin{cases} 3x_1 - x_2 = 2 \\ x_1 + x_2 = 5 \end{cases}$ б) $\begin{cases} -x_1 + 3x_2 = 1 \\ 2x_1 - 6x_2 = -2 \end{cases}$ в) $\begin{cases} -x_1 + 3x_2 = 2 \\ x_1 - 3x_2 = 4 \end{cases}$ г) $x_1 + x_2 - x_3 = 0$

1) а, б; б) б, в; 3) а, г; 4) а, в.

7. . Какие из следующих систем уравнений имеют единственное решение?

$$\text{а) } \begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 1 \\ -2x_1 + 4x_2 - 2x_3 = -2 \\ -x_2 + x_3 = 0 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 3 \\ x_2 + 2x_3 = 4 \\ -x_1 + 3x_2 = -1 \end{cases} \quad \text{в) } \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 0 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 0 \end{cases} \quad \text{г) } \begin{cases} x_1 + x_3 = 0 \\ x_2 + x_3 = 0 \\ -x_1 + x_2 = 0 \end{cases}$$

1) а, б; 2) а, в; 3) а, г; 4) б, г.

8. Методом последовательного исключения неизвестных решите систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 6x_1 + 5x_2 - 2x_3 + 4x_4 = -4 \\ 9x_1 - x_2 + 4x_3 - x_4 = 13 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 2x_4 = 1 \\ 3x_1 - 9x_2 + 2x_3 = 11 \end{cases}$$

9. Ранг расширенной матрицы системы $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 = -3 \end{cases}$ равен:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

10. Ранг основной матрицы системы $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 = -3 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = -1 \end{cases}$ равен:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

11. Ранг системы векторов

$$a_1 = (1, -1, -1, 1) \quad a_2 = (3, 9, 8, 8) \quad a_3 = (2, 4, 5, 1) \quad a_4 = (1, 5, 3, 7)$$

равен _____.

12. Размерность пространства решений системы линейных однородных уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 4x_5 = 0 \\ x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 0 \\ 4x_1 - 2x_2 + 6x_3 - 4x_4 + 8x_5 = 0 \end{cases}$$

равна:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

13. Какой из векторов является решением системы $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1 \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4 \end{cases}$?

1) $(-1, -1, 0, 1)$; 2) $(-1, 1, 0, 1)$; 3) $(-1, -1, 1, 1)$; 4) $(-1, 0, 1, -1)$.

14. При каких значениях параметра a система $\begin{cases} 3x_1 - 15x_2 = 1 \\ 2x_1 + ax_2 = -3 \end{cases}$ не имеет решений?

1) -10; 2) 10; 3) 6; 4) 5.

15. Сумма элементов, стоящих на главной диагонали матрицы $A^2 - A + E$, где

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -2 & 0 \end{pmatrix}, \text{ равна: } 1) 0; \quad 2) 3; \quad 3) -4; \quad 4) 6.$$

16. Элемент α_{23} произведения $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ равен:

1) 6; 2) 2; 3) 1; 4) -1.

Критерии оценки теста:

1. Каждое задание теста оценивается в 1 балл.
2. Итоговая оценка за весь тест соответствует проценту правильных ответов по отношению к общему числу всех вопросов в тесте.
3. Оценка за тест считается положительной, если студент ответил правильно не менее, чем на 65% вопросов теста.

2. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Вопросы к коллоквиуму №1 по линейному программированию

1. Формы записи задачи ЛП; их эквивалентность и способы преобразования.
2. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования (алгоритм).
3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом: общая идея метода, построение начального опорного плана, симплексные таблицы, признак оптимальности опорного плана.
4. Переход к нехудшему плану, симплексные преобразования. Контроль вычислений. Признак бесконечности множества оптимальных планов, признак неограниченности целевой функции.
5. Двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация.
6. Постановка транспортной задачи. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Построение исходного опорного плана методом северо-западного угла.
7. Получение оптимального плана транспортной задачи с использованием метода потенциалов.
8. Понятие о дискретном (и целочисленном) программировании. Примеры задач дискретного программирования. Метод Гомори для решения полностью целочисленных задач.
9. Венгерский метод решения задачи о назначениях.

Вопросы к коллоквиуму №2

по динамическому программированию

1. Постановка задачи динамического программирования. Примеры задач ДП.
2. Задача динамического программирования в общем виде. Основной принцип динамического программирования (принцип Беллмана).
3. Основные этапы составления математической модели задачи ДП (на примере решения задачи об оптимальном распределении ресурсов).

4. Основные этапы составления математической модели задачи ДП (на примере решения задачи о выборе оптимальной стратегии использования оборудования).
5. Решение методом ДП задачи прокладки наивыгоднейшего пути между двумя пунктами.

Критерии оценки ответа на вопросы коллоквиума:

1. Коллоквиум проводится в письменной форме по вопросам из программы коллоквиума
2. При оценивании ответа учитывается: правильность формулировок; установление взаимосвязи теории и практики; содержательность и аргументированность. полнота и структурная логичность доказательства; глубина знаний вопроса. При допущенных ошибках и неточностях оценка за ответ снижается.
3. Ответ оценивается по 100-балльной шкале.
4. Положительной считается оценка не менее 65%. При отрицательной оценке студент пересдает коллоквиум заново (другой билет, и не более 2-х раз).
5. Рейтинговый балл за повторную пересдачу не может быть больше 75 %.

3. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

**Образец варианта индивидуального домашнего задания
по линейному программированию**

Вариант № 1

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графическим методом:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ -3x_1 + 2x_2 \leq 9 \\ x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \\ z_{\min} = -2x_1 + 4x_2 \end{cases}$$

Задача 2. Для данной задачи линейного программирования составить двойственную задачу; обе эти задачи решить симплекс-методом. Сравнить полученные решения и коэффициенты индексных строк в оптимальных планах обеих задач.

$$\begin{cases} 4 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 6 \cdot x_3 \geq 24 \\ x_1 + x_2 + x_3 \geq 4 \\ 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + x_3 \geq 8 \\ z_{\min} = 8 \cdot x_1 + 18 \cdot x_2 + 6 \cdot x_3 \end{cases}$$

Задача 3. Решить транспортную задачу методом потенциалов. Начальный план составить методом северо-западного угла или методом минимального элемента.
Таблица тарифов и емкостей:

5	1	3	4	200
2	3	4	2	150
8	5	1	6	50
100	50	150	100	

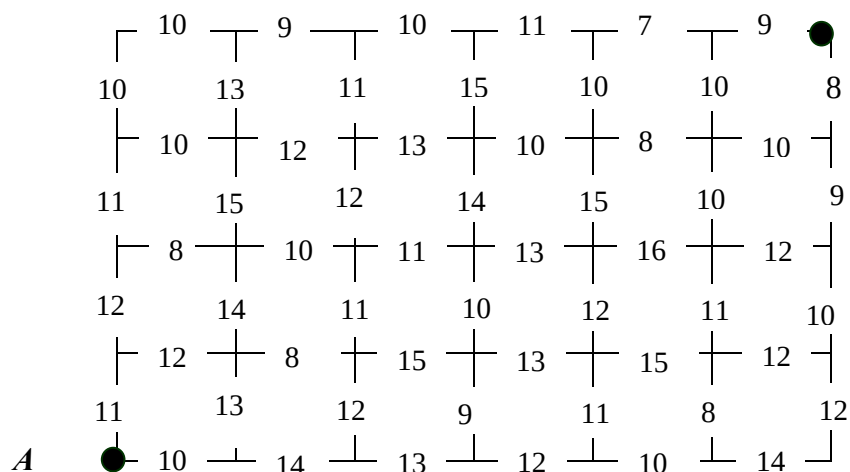
Задача 4. Решить задачу о назначениях венгерским методом
Таблица тарифов:

5	1	3	4
2	3	4	2
8	5	1	6
6	2	1	8

Образец варианта индивидуального домашнего задания

по разделу «Введение в динамическое программирование»

Задача 1: Имеются два пункта A и B , причем известно, что второй из них лежит к северо-востоку от первого. Требуется проложить такой путь из A в B , чтобы суммарные затраты на сооружение участка были минимальны, используя следующие данные: прокладка пути состоит из $m=10$ шагов, и на каждом шаге мы можем двигаться либо *строго на восток*, либо *строго на север*; затраты на сооружение каждого из таких отрезков известны.



Определить для этой задачи минимальные затраты на все сооружение пути из A в B и безусловное оптимальное управление всей операцией в целом.

Задача 2: Найти оптимальное распределение средств между n предприятиями при условии, что прибыль $f_i(x)$, полученная от каждого предприятия является функцией от вложенных в него средств x . Вложения кратны $\Delta(x)$, а функции $f_i(x)$ заданы таблично:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f_1(x)$	5	9	12	14	15	18	20	24	27
$f_2(x)$	7	9	11	13	16	19	21	22	25
$f_3(x)$	6	10	13	15	16	18	21	22	25

$S_0=9, n=3, \Delta(x)=1.$

Критерии оценки заданий ИДЗ:

1. Каждое задание ИДЗ оценивается в баллах: а) в ИДЗ №1 задания 1 и 4 – по 1 баллу, 2 – в 3 балла, 3 – в 2 балла; б) в ИДЗ №2 задания 1 – в 2 балла, 2 – в 3 балла.
2. При оценивании задания учитывается аккуратность оформления и подробное описание хода решения со ссылками на соответствующий теоретический материал; при допущенных ошибках оценка за задание снижается.
3. Итоговая оценка за всю работу соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к общему числу баллов за все ИДЗ.
4. Оценка за ИДЗ не менее 65% считается положительной. При отрицательной оценке студент выполняет работу над ошибками; рейтинговый балл за повторную работу не может быть больше 75 %.
5. Оценка аннулируется, если на защите ИДЗ (при собеседовании с преподавателем) студент не подтвердил самостоятельность его выполнения.
6. Оценка за ИДЗ снижается при несоблюдении сроков его сдачи: минус 1% за каждый просроченный день.

4. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Задания контрольного опроса по линейному программированию

1. Оптимальное решение и значение целевой функции задачи ЛП

$$Z(X) = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 12; \\ x_1 + x_2 \leq 9; \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 12; \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; \end{cases}$$

равно: а) $X^*=(6;3)$; $\max Z(X^*)=20$; б) $X^*=(3;6)$; $\max Z(X)=30$;

в) $X^*=(1;2)$; $\max Z(X)=10$; г) $X^*=(0;1)$; $\max Z(X)=40$; д) $X^*=(4;4)$; $\max Z(X)=50$.

2. Оптимальное решение и значение целевой функции задачи ЛП

$$Z(X) = 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 3x_4 + x_5 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 2; \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 = 4; \\ 2x_1 - x_3 + x_4 + x_5 = 4; \\ x_i \geq 0; \forall i. \end{cases}$$

равно: а) $X^*=(1,1,1,0,2)$; $\min Z(X)=6$; б) $X^*=(0,0,1,0,2)$; $\min Z(X)=2$;

в) $X^*=(1,0,0,1,3)$; $\min Z(X)=3$; г) $X^*=(1,0,1,0,0)$; $\min Z(X)=6$; д) $X^*=(1,0,1,0,3)$; $\min Z(X)=4$.

3. Двойственной для данной задачи ЛП

$$Z(X) = x_1 + 4x_2 + 3x_3 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 10; \\ 2x_1 - x_2 \geq 6; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 12; \\ x_i \geq 0; \forall i. \end{cases}$$

является задача:

$$F(Y) = 12y_1 + 6y_2 + 10y_3 \rightarrow \max, \quad F(Y) = -10y_1 + 6y_2 + 12y_3 \rightarrow \max,$$

$$\text{а) } \begin{cases} y_1 + 2y_2 + y_3 \leq 1; \\ -y_1 - y_2 + 2y_3 \leq 4; \\ -y_1 + 3y_3 \leq 3; \\ y_i \geq 0; \forall i. \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} -y_1 + 2y_2 + y_3 \leq 1; \\ -y_1 - y_2 + 2y_3 \leq 4; \\ -y_1 + 3y_3 \leq 3; \\ y_i \geq 0; \forall i. \end{cases}$$

$$F(Y) = 10y_1 + 6y_2 + 12y_3 \rightarrow \max, \quad F(Y) = 10y_1 + 6y_2 + 12y_3 \rightarrow \max,$$

$$\text{в) } \begin{cases} y_1 + 2y_2 + y_3 \leq 1; \\ y_1 - y_2 + 2y_3 \leq 4; \\ y_1 + 3y_3 \leq 3; \\ y_i \geq 0; \forall i. \end{cases} \quad \text{г) } \begin{cases} y_1 + 2y_2 + y_3 \geq 1; \\ y_1 - y_2 + 2y_3 \leq 4; \\ y_1 + 3y_3 \leq 3; \\ y_i \geq 0; \forall i. \end{cases}$$

4. Представленная математическая модель

$$F(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i; \quad i = 1, 2, \dots, k;$$

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = b_j; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

является моделью а) задачи о рациональном использовании ресурсов; б) задачи о смесях; в) транспортной задачи; г) открытой транспортной задачи.

5. Математическая модель транспортной задачи, исходные данные которой приведены в таблице:

3	5	7	40
4	6	10	50
20	30	40	

имеет вид _____.

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

7.

3	2	5	7	40
4	5	6	10	50
2	7	4	5	30
20	30	30	40	

начальный опорный план, составленный методом северо-западного угла, имеет вид _____.

Контрольный опрос

по теории игр и теории статистических решений

1. Дайте определение игры.
2. Дайте определение хода и стратегии.
3. По каким принципам производится классификация игр?
4. Как подразделяются игры по числу игроков?
5. Как подразделяются игры в зависимости от количества стратегий?
6. Как подразделяются игры по характеру взаимодействия между игроками?
7. Как подразделяются игры по виду выигрышей?
8. Как подразделяются игры по виду функции выигрышей?
9. Как записать игру с нулевой суммой в виде платёжной матрицы?
10. Что такое нижняя и верхняя цена игры?
11. Как уменьшить порядок платёжной матрицы?
12. Что такое оптимальная чистая стратегия? При каких условиях существует оптимальная чистая стратегия?
13. Определите, имеет ли платёжная матрица,

	B1	B2	B3	B4
A1	1	2	$N+1$	$N+2$
A2	4	$\log_2 N$	N^2	3
A3	6	1	3	N
A4	1	2	3	4

где N – порядковый номер Вашей фамилии в списке студентов группы:

- а) доминируемые или дублирующие стратегии;
 - б) решение в чистых стратегиях.
14. Существует ли решение матричной игры, нижняя цена которой не равна верхней? Как называется такая игра?
 15. Что такое смешанная стратегия игрока?
 16. Что такое активная стратегия?
 17. Что такое цена матричной игры со смешанным расширением?
 18. В каком интервале находится цена матричной игры со смешанным расширением?
 19. Каким будет значение выигрыша в матричной игре, если один из игроков придерживается своей оптимальной смешанной стратегии?
 20. Что такое решение матричной игры со смешанным расширением?
 21. Какими методами решается матричная игра со смешанным расширением?
 22. Сформулируйте математическую запись задачи определения оптимальной смешанной стратегии в матричной игре для каждого игрока.
 23. Какое преобразование коэффициентов платёжной матрицы необходимо произвести перед началом решения матричной игры со смешанным расширением? Каков смысл этого преобразования?
 24. Как определить значение цены игры и вероятности выбора стратегий игроков по результатам решения задачи?
 25. Что такое статистическая игра? В каких ситуациях возникает необходимость решения статистических игр?
 26. Как называется игрок в статистической игре? С чем взаимодействует игрок в статистической игре?
 27. Является ли статистическая игра игрой с нулевой суммой?
 28. От чего зависит выбор критерия принятия решения в статистической игре?
 29. По каким критериям принятия решения определяется наиболее выгодная стратегия ЛПР в ситуации, когда известны вероятности состояний окружающей среды?
 30. Какие критерии принятия решения применяются в случае отсутствия информации о вероятностях состояний окружающей среды?
 31. Какие критерии принятия решения используются в условиях значительного риска потери выигрыша?
 32. Какие критерии принятия решения используются в условиях необходимости получения минимально гарантированного выигрыша?
 33. Какие критерии принятия решения используются в условиях недостоверности информации о вероятностях состояний окружающей среды?
 34. Что такое критерий азартного игрока? В каких случаях он применяется?
 35. Что такое коэффициент пессимизма? Как он определяется?
 36. Что такое матрица рисков? Как рассчитываются коэффициенты матрицы рисков?

Критерии оценки контрольного опроса:

1. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.
2. Итоговая оценка за весь опрос соответствует проценту правильных ответов по отношению к общему числу всех вопросов.
3. Оценка за опрос считается положительной, если студент ответил правильно не менее, чем на 65% всех вопросов.

5. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Образец варианта проверочной работы
по теории игр и теории статистических решений

Вариант 1

Задание 1. Для игры, заданной платежной матрицей

	B_1	B_2
A_1	- 2	0
A_2	3	- 1

определить оптимальные смешанные стратегии обоих игроков и цену игры методом линейного программирования.

Задание 2. Дана платежная матрица (матрица выигрышей) в «игре с природой»:

	Π_1	Π_2	Π_3
A_1	$20+N$	18	$25-N$
A_2	26	$17+[N/2]$	9
A_3	$40-N$	16	$N-1$

где N – номер вашей фамилии в списке группы.

Определить:

1. Какая стратегия ЛПР является наиболее выгодной по критерию максимального математического ожидания выигрыша, если известны значения вероятностей состояний окружающей среды: 0,3, 0,2 и 0,5 соответственно ;

2. Какая стратегия ЛПР является наиболее выгодной, если ЛПР имеет неполную информацию о вероятностях состояний окружающей среды, но ему известно, что они близки по своим значениям (по критерию недостаточного основания Лапласа);

3. Какая стратегия ЛПР является наиболее выгодной, если информация о вероятностях состояний окружающей среды отсутствует и ЛПР необходимо:

а) получить минимально гарантированный выигрыш (по максиминному критерию Вальда);

б) учесть значения риска от принятия различных решений (по критерию минимаксного риска Сэвиджа);

в) определить наиболее выгодную стратегию, если коэффициент пессимизма равен 0,4 (по критерию пессимизма-оптимизма Гурвица);

4. Определить наиболее выгодную стратегию, если информация о вероятностях состояний окружающей среды не является вполне достоверной и параметр достоверности информации равен 0,6 (по критерию Ходжа-Лемана).

Критерии оценки проверочной работы:

1. Каждое задание работы оценивается в баллах; при допущенных ошибках оценка за задание снижается.
2. Задания данной работы оценивается в 1 балл. Максимально возможное число баллов за работу – 7 баллов.

3. При оценивании задания учитывается аккуратность оформления и подробное описание хода решения со ссылками на соответствующий теоретический материал.
4. Итоговая оценка за всю работу соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.
5. Положительной считается оценка за работу не менее 65%. При отрицательной оценке студент переписывает работу заново (другой вариант).
6. Студент может повысить рейтинговый балл, выполнив работу над ошибками. Рейтинговый балл за повторную работу и при работе над ошибками не может быть больше 75 %.

6. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Программа зачета (10, 11 семестр)

1. Понятие исследования операций. Основные понятия и принципы ИО. Примеры задач, решаемых с помощью исследования операций.
2. Понятие математической модели. Основные этапы и принципы ее построения. Классификация математических моделей. Прямые и обратные задачи ИО.
3. Формы записи задачи ЛП; их эквивалентность и способы преобразования.
4. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования (алгоритм).
5. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом: общая идея метода, построение начального опорного плана, симплексные таблицы, признак оптимальности опорного плана.
6. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом: общая идея метода, переход к нехудшему плану, симплексные преобразования. Контроль вычислений. Признак бесконечности множества оптимальных планов, признак неограниченности целевой функции.
7. Двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация.
8. Постановка транспортной задачи. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Построение исходного опорного плана методом северо-западного угла.
9. Получение оптимального плана транспортной задачи с использованием метода потенциалов.
10. Понятие о целочисленном программировании. Метод отсечения для решения полностью целочисленных задач (метод Гомори).
11. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
12. Задачи нелинейного программирования. Геометрическая интерпретация ЗНП. Метод множителей Лагранжа.

13. Постановка задачи динамического программирования. Примеры задач ДП и их особенности.
14. Задача динамического программирования в общем виде. Принципы динамического программирования. Основные этапы составления математической модели задачи ДП (на примере решения задачи об оптимальном распределении ресурсов).
15. Основные этапы составления математической модели задачи ДП (на примере решения задачи о выборе оптимальной стратегии использования оборудования).
16. Понятие об играх и стратегиях. Классификация игр. Матричные игры с нулевой суммой.
17. Запись матричной игры в виде платёжной матрицы. Понятие о нижней и верхней цене игры. Решение игры в чистых стратегиях.
18. Решение конечных матричных игр со смешанным расширением методами линейного программирования и методом итераций.
19. Задачи теории статистических решений («игры с природой»). Критерии принятия решения (максимального математического ожидания, «принцип недостаточного основания» Лапласа, максиминный критерий Вальда, критерий минимаксного риска Сэвиджа, критерий пессимизма-оптимизма Гурвица, критерий Ходжа-Лемана).

Критерии оценки ответа на зачете:

1. Студент, отчитавшийся в семестре по всем формам контроля (тест входного контроля – не менее, чем на 80%; ИДЗ – 100% , аудиторная проверочная работа – не менее, чем на 65%) имеющий рейтинг не менее, чем 65%, получает зачет-автомат.
2. Студент, не отчитавшийся по какой-либо форме контроля, для получения зачета должен выполнить необходимое задание (ликвидировать пробел).

Критерии оценки компетенций в рамках типовых контрольных заданий:

1. Соответствие ответа формулировке вопроса. Содержательность, глубина и полнота ответа. Достоверность излагаемого материала (0-30 баллов).
2. Практическая направленность (0-30 баллов)
3. Аргументированность, логичность (0-20 баллов).
4. Достаточный научно-теоретический уровень ответа (0-20 баллов).

Типовое контрольное задание оценивается по 100-балльной шкале, которая переводится в пяти балльную шкалу в соответствии с действующим на текущий момент Положением о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Уровни сформированности компетенции ПК-1 в рамках дисциплины

Уровни сформированности компетенции ПК-1.	Основные признаки уровня
Пороговый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - симплексного метода для решения задач линейного программирования; - метода потенциалов для решения транспортной задачи; - венгерского метода решения задачи о назначениях. - методов решения типовых задач динамического программирования; - метода решения матричных игр с помощью линейного программирования; - основных критериев теории статистических решений проявляет умение: - применять по образцу математический аппарат для решения типовых задач данной предметной области. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 65 до 70 баллов
Базовый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - сущности симплексного метода для решения задач линейного программирования; - методов решения транспортной задачи (распределительный метод и метод потенциалов); - основных понятий и принципов динамического программирования; - методов решения типовых задач динамического программирования; - метода решения матричных игр с помощью линейного программирования; - основных критериев теории статистических решений; проявляет умение: - применять математический аппарат для решения типовых задач данной предметной области; показывает владение: - основными методами решения типовых задач линейного, динамического программирования и теории игр. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 70 до 80 баллов

Повышенный	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - основных понятий линейного программирования; сущности симплексного метода для решения задач линейного программирования; основ теории двойственности; - основных понятий и принципов динамического программирования, методов решения задач динамического программирования; - основных понятий теории игр, методов решения матричных игр; - основ теории статистических решений; проявляет умение: - моделировать практические задачи исследования операций; - применять математический аппарат, используемый в теории исследования операций; показывает владение: - представлениями о применении математики к решению оптимизационных задач в науке и технике и возможности использования ЭВМ при решении прикладных задач; - необходимым математическим инструментарием, помогающим анализировать, моделировать и решать прикладные задачи в области исследования операций. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 80 до 100 баллов.
------------	---

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Целью промежуточной аттестации по данной дисциплине является оценка уровня сформированности компетенций в результате усвоения знаний, приобретения умений, навыков и опыта деятельности в рамках освоения дисциплины (модуля).

Процедура оценивания охватывает обучающихся, освоивших дисциплину (модуль). Процедура оценивания проводится по окончании освоения дисциплины (модуля). Оценка уровня сформированности компетенций на этапах их формирования определяется на основании собеседования, включающих теоретические вопросы или задания, в которых обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы; при этом актуализируется определенный комплекс знаний, необходимый для разрешения данной проблемы. Оценивание ответов обучающихся проводится в соответствии с приведенными критериями.

На основании ответов (ответов на тест, выполнение практико-ориентированного задания) оценивается уровень сформированности компетенций на этапах их формирования в рамках дисциплины (модуля), а также уровень знаний, умений, навыков и опыта деятельности, по результатам выставляется оценка. Результаты проведения процедуры в установленном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и электронные ведомости. По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

Процедура оценивания (2 зачета) соответствует действующим в вузе текущим положениям, включая Положение о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.