

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра-разработчик
Кафедра информатики и информационных технологий в образовании

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Направление подготовки:
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
направленность (профиль) образовательной программы
«Математика и информатика»

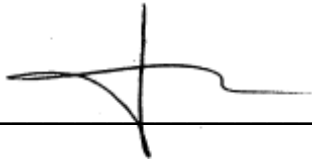
Квалификация (степень) выпускника
БАКАЛАВР

Красноярск 2019

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» составлена
канд.пед.наук, доцентом, доцентом кафедры ИИТвО Степановой Т.А.,

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры ИИТвО
протокол № 10 от 03.05.2017 г.

Заведующий кафедрой _____ Пак Н.И



Одобрено научно-методическим советом ИМФИ
«26» мая 2017 г. Протокол №9

Председатель _____ Бортновский С.В.



Рабочая программа дисциплины актуализирована *канд.пед.наук, доцентом, доцентом кафедры ИИТвО Степановой Т.А.*

Рабочая программа дисциплины дополнена и скорректирована на заседании кафедры 04.04.2018 г. протокол № 7

Заведующий кафедрой _____  Пак Н.И.

Одобрено научно-методическим советом ИМФИ
23.05.2018 протокол № 8

Председатель _____  Бортновский С.В

Рабочая программа дисциплины актуализирована *к.п.н, доцентом, доцентом*
кафедры *ИИТвО Степановой Т.А*

Рабочая программа дисциплины дополнена и скорректирована на заседании
кафедры 08.05.2019 г. протокол № 9

Заведующий кафедрой _____  Пак Н.И.

Одобрено научно-методическим советом ИМФИ
16.05.2019 протокол №8

Председатель _____  Бортновский С.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. № 91; Федеральным законом «Об образовании в РФ» от 29.12.2012 № 273-ФЗ; профессиональным стандартом «Педагог», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н.; нормативно-правовыми документами, регламентирующими образовательный процесс в КГПУ им. В.П. Астафьева по направленности (профилю) образовательной программы «Математика и информатика», очной формы обучения в институте математики физики и информатики КГПУ им. В.П. Астафьева с присвоением квалификации бакалавр.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части учебного плана основной образовательной программы.

1.2. Общая трудоемкость дисциплины - в З.Е., часах и неделях

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из них контактных часов 32:

Лекций - 16

Практических работ - 16

Часов самостоятельной работы – 40

Контроль (экзамен) - 36

Дисциплина, согласно графику учебного процесса, реализуется на 5 курсе семестре А. Форма контроля – экзамен.

1.3. Цель и задачи дисциплины «Исследование операций»

Современный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки «Педагогическое образование» предписывает бакалаврам владеть современными средствами обработки информации, ориентироваться в программном обеспечении, уметь использовать современные технологии для профессиональной деятельности. Эти требования стандарта в полной мере реализуются при изучении дисциплины «Исследование операций». Кроме того, материал курса может быть использован выпускниками в последующей профессиональной деятельности в системе профильной школы.

Дисциплина «Исследование операций» наглядно демонстрирует широкие возможности вычислительной техники для решения оптимизационных задач в различных областях, расширяет научный кругозор студентов. Материал курса тесно связан с основными понятиями алгебры, теории вероятностей и математической статистики и раскрывает прикладной аспект этих понятий.

Цель дисциплины - дать студентам представление о современной проблематике теории исследования операций. Основной акцент в курсе делается на математические модели принятия решений, составляющие ядро широкого спектра научно-технических и социально-экономических технологий, которые

реально используются современным мировым профессиональным сообществом в теоретических исследованиях и практической деятельности.

Основные задачи:

- Формирование знаний, умений и навыков в области постановки и решения задач линейного, нелинейного, динамического программирования, антагонистических, безкоалиционных, позиционных игр.
- Знание основных принципов оптимальности (экстремальность, паретооптимальность, доминирование, гарантированный результат, равновесие, устойчивость).
- Овладение умениями и навыками применения математического аппарата к задачам теории исследования операций.

В результате изучения дисциплины «Исследование операций» студенты должны

- знать наиболее широко используемые классы моделей (задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, антагонистические, безкоалиционные, позиционные игры) и основные принципы оптимальности (экстремальность, паретооптимальность, доминирование, гарантированный результат, равновесие, устойчивость);
- уметь моделировать практические задачи исследования операций;
- уметь применять математический аппарат, используемый в теории исследования операций.
- владеть численными методами решения оптимизационных задач

1.4. Основные разделы содержания

Модуль 1. Входной модуль

Тема 1.1. Оптимизационные задачи в науке и технике

Модуль 2 Методы оптимизации

Тема 2.1. Линейное программирование.

Тема 2.2. Введение в нелинейное программирование.

Тема 2.3. Введение в динамическое программирование

Модуль 3. Элементы теории игр

Тема 3.1. Основные понятия теории игр.

Тема 3.2. Методы решения игр различного типа

Модуль 4 Введение в теорию массового обслуживания.

Тема 4.1. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания.

Тема 4.2. Системы массового обслуживания с ожиданием и с отказами, с преимуществами

Модуль 5. Итоговый

Защита контрольных работ, сдача экзамена

1.5. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

а) общекультурные:

ОК-3 - способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве

ОК-6 - способность к самоорганизации и самообразованию

б) общепрофессиональные:

ОПК-1 - готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности

ОПК-3 - готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса

в) профессиональные:

ПК-1 - готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

ПК-12 - способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
Формирование знаний, умений и навыков в области постановки и решения задач линейного, нелинейного, динамического программирования, антагонистических, некоалиционных, позиционных игр. Знание основных принципов оптимальности (экстремальность, паретооптимальность, доминирование, гарантированный результат, равновесие, устойчивость). Овладение умениями и навыками применения математического аппарата к задачам теории исследования операций.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • наиболее широко используемые классы моделей (задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, антагонистические, некоалиционные, позиционные игры) и основные принципы оптимальности (экстремальность, паретооптимальность, доминирование, гарантированный результат, равновесие, устойчивость); 	ОК-3 - способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве ОК-6 - способность к самоорганизации и самообразованию ОПК-1 - готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности ОПК-3 - готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса ПК-1 - готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов ПК-12 - способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • моделировать практические задачи исследования операций; • уметь применять математический аппарат, используемый в теории исследования операций 	
	Владеть: <p>Навыками компьютерной реализации численных алгоритмов решения оптимизационных задач</p>	

1.6. Контроль результатов освоения дисциплины

Текущий контроль успеваемости осуществляется посредством выполнения контрольных работ. Промежуточная аттестация – экзамен.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации».

1.7. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины

В курсе применяются следующие образовательные технологии:

Технология программированного обучения - управляемое усвоение программированного учебного материала с помощью электронного обучающего устройства. Программированный учебный материал представляет собой серию сравнительно небольших порций учебной информации («кадров», файлов, «шагов»), подаваемых в определенной логической последовательности. Программированные учебные материалы размещаются в электронной среде дисциплины в дополнение к традиционным лекциям.

Технология электронного обучения - обучение с помощью информационно-коммуникационных технологий посредством электронной среды дисциплины, реализованной на платформе Moodle.

Технология параллельного обучения – предполагает распараллеливание процесса решения одной крупной задачи на отдельные фрагменты, выполняемые подгруппами студентов параллельно, либо параллельное решение одной и той же задачи различными методами с последующим обсуждением и сравнительным анализом особенностей каждого метода

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1. Технологическая карта обучения дисциплине

Исследование операций

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы Математика и информатика

по очной форме обучения

Модули. Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы и методы контроля
		всего	лекций	практ	лаб. работ		
Модуль 1. Вводной модуль	2	6	4		2	4	
Тема 1.1. Оптимизационные задачи в науке и технике	2	2	2				
Тема 1.2. Безусловная оптимизация		4	2		2	4	Контрольная работа 1
Модуль 2. Методы оптимизации	34	14	6	8		16	
Тема 2.1. Линейное программирование	16	6	2	4		6	Контрольная работа 2
Тема 2.2. Введение в нелинейное программирование	10	4	2	2		6	Контрольная работа 3
Тема 2.3. Введение в динамическое программирование	8	4	2	2		4	Контрольная работа 4
Модуль 3. Элементы теории игр	18	8	4	4		10	
Тема 3.1 Основные понятия теории игр	8	4	2	2		4	Контрольная работа 5
Тема 3.2 Методы решения игр различного типа	10	4	2	2		6	Контрольная работа 6
Модуль 4 Введение в теорию массового обслуживания	18	8	4	4		10	
Тема 4.1 Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания	8	4	2	2		4	Контрольная работа 7
Тема 4.2 Системы массового обслуживания с ожиданием и с отказами, с преимуществами	10	4	2	2		6	Контрольная работа 8
Модуль 6 Итоговый модуль	36						
Экзамен	36						Экзамен
ИТОГО	108	32	16	16		40	

2.2 Содержание основных разделов и тем дисциплины

Модуль 1. Входной модуль

Тема 1.1. . Оптимизационные задачи в науке и технике

Предмет и методы «Исследования операций». Понятие оптимального решения, целевая функция, параметры плана, виды оптимизации. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.

Безусловная оптимизация. Метод золотого сечения. Метод покоординатного спуска. Метод градиентов.

Модуль 2 Методы оптимизации

Тема 2.1. Линейное программирование.

Условная оптимизация. Математическое программирование. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Стандартная, каноническая и общая форма ЗЛП. Примеры ЗЛП. Геометрический метод решения ЗЛП. Различные случаи решения ЗЛП геометрическим методом.

Симплекс-метод решения ЗЛП в общем виде, геометрический смысл симплекс-метода. Задача об оптимальном планировании производства. Постановка задачи, решение симплекс-методом.

Транспортная задача. Постановка задачи, решение методом потенциалов. Несбалансированная транспортная задача. Постановка, способы решения.

Тема 2.2. Введение в нелинейное программирование.

Математическая модель задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.

Численные методы решения задачи нелинейного программирования (градиентные, возможных направлений, штрафных функций).

Тема 2.2. Введение в динамическое программирование.

Многошаговые процессы принятия решений. Математическая модель задачи динамического программирования. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Задачи распределения ресурсов

Модуль 3. Элементы теории игр

Тема 3.1. Основные понятия теории игр.

Классификация игр. Понятия стратегии игрока, оптимальная стратегия, размерность игры, платежная матрица игры.

Тема 3.2. Методы решения игр различного типа.

Решение игры с седловой точкой. Верхняя и нижняя цена игры, принцип минимакса. Седловая точка, чистая цена игры.

Решение игры без седловой точки размерности 2×2 . Смешанные стратегии. Теорема Неймана. Активные стратегии. Теорема об активных стратегиях.

Решение игры размерности $m \times n$ с помощью линейного программирования.

Модуль 4. Введение в теорию массового обслуживания
Тема 4.1. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания.

Постановка задачи. Множество Парето. Пуассоновский поток событий. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания.

Тема 4.2. Системы массового обслуживания с ожиданием и с отказами, с преимуществами.

Обслуживание систем массового обслуживания с ожиданием. Системы массового обслуживания с отказами. Обслуживание систем массового обслуживания с преимуществами. Метод уступок. Метод идеальной точки. Метод свертывания

Модуль 6

Экзамен

2.3. Методические рекомендации по освоению дисциплины для обучающихся образовательной программы

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы
Математика и информатика
по очной форме обучения

Введение

Методические рекомендации содержат:

1. Рекомендации по организации работы студента на лекциях и практических занятиях
2. Рекомендации по организации самостоятельной работы студента
3. Рекомендации по работе в модульно-рейтинговой системе.
4. Советы по подготовке к экзаменам.

Методические рекомендации по организации работы студента на лекциях

Во время лекций по дисциплине студент должен уметь сконцентрировать внимание на рассматриваемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого ему необходимо конспектировать материал, излагаемый преподавателем. Во время конспектирования в работу включается моторно-двигательная память, позволяющая эффективно усвоить лекционный материал. Каждому студенту необходимо помнить о том, что конспектирование лекции – это не диктант. Студент должен уметь выделять главное и фиксировать основные моменты «своими словами». Это гораздо более эффективно, чем запись «под диктовку».

На каждой лекции периодически проводится письменный опрос студентов по материалам лекций. Подборка вопросов для опроса осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет не только

контролировать уровень усвоения теоретического материала, но и организовать эффективный контроль посещаемости занятий на потоковых лекциях.

Методические рекомендации по организации работы студента на практических занятиях

Наряду с прослушиванием лекций по курсу важное место в учебном процессе занимают практические занятия, призванные закреплять полученные студентами теоретические знания.

Перед лабораторным занятием студенту необходимо восстановить в памяти теоретический материал по теме лабораторного занятия. Для этого следует обратиться к соответствующим главам учебника, конспекту лекций.

Каждое занятие начинается с повторения теоретического материала по соответствующей теме. Студенты должны уметь чётко ответить на вопросы, поставленные преподавателем. По характеру ответов преподаватель делает вывод о том, насколько тот или иной студент готов к выполнению упражнений.

После такой проверки студентам предлагается выполнить соответствующие задания и задачи. Что касается типов задач, решаемых на практических занятиях, то это различные задачи на усвоение студентами теоретического материала.

Порядок решения задач студентами может быть различным. Преподаватель может установить такой порядок, согласно которому каждый студент в отдельности самостоятельно решает задачу без обращения к каким – либо материалам или к преподавателю. Может быть использован и такой порядок решения задачи, когда предусматривается самостоятельное решение каждым студентом поставленной задачи с использованием конспектов, учебников и других методических и справочных материалов. При этом преподаватель обходит студентов, наблюдая за ходом решения и давая индивидуальные указания.

В конце занятия преподаватель подводит его итоги, даёт оценку активности студентов и уровня их знаний.

Каждому студенту необходимо основательно закреплять полученные знания и вырабатывать навыки самостоятельной научной работы. С этой целью в течение семестра студент должен выполнить домашние работы.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента

Для эффективного достижения указанных во **введении рабочей программы** целей обучения по дисциплине процесс изучения материала курса предполагает достаточно интенсивную работу не только на лекциях и семинарах, но дома в ходе самостоятельной работы.

Поэтому рассмотрим процесс организации самостоятельной внеаудиторной работы студентов. Внеаудиторная самостоятельная работа включает выполнение **контрольных работ** по каждому разделу курса (задания представлены в разделе «**Фонд оценочных средств**» РПД

Рекомендации по работе в модульно-рейтинговой системе

Результаты учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. В каждом модуле определяется минимальное и максимальное количество баллов.

Виды деятельности, учитываемые в рейтинге и их оценка в баллах представлена в **Технологической карте дисциплины**, которая входит в состав данного РПД.

Сумма максимальных баллов по всем модулям (100) равняется 100%-ному усвоению материала.

Минимальное количество баллов в каждом модуле является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других модулях, за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по модулю определено как нулевое. В этом случае модуль является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других модулей.

Дисциплинарный модуль считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона.

Для получения положительной оценки необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов).

Перевод баллов в академическую оценку осуществляется по следующей схеме:
оценка «удовлетворительно» 60 – 72 % баллов, «хорошо» 73 – 86 % баллов, «отлично» 87 – 100 % баллов

Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки

Общее количество набранных баллов	Академическая оценка
60 – 72	3 (удовлетворительно)
73 – 86	4 (хорошо)
87 – 100	5 (отлично)

Дополнительный модуль - необязательный. Количество баллов по дополнительному модулю не включается в общую максимальную сумму баллов, распределяемых по модулям. Работа над проектом – возможность поднять свой рейтинг.

Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном модуле:

- за активность на занятиях;
- за выступление с докладом на научной конференции;
- за научную публикацию;
- за иные учебные или научные достижения.

Работа с неуспевающими студентами

Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового модуля, допускается к изучению следующего базового модуля. Ему предоставляется возможность добора

баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтингом-контролем (тестированием по модулю)) на ликвидацию задолженностей.

Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), декан факультета устанавливает индивидуальные сроки сдачи.

Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и декана (его заместителя). По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению декана отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.

В особых случаях декан имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.

Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью "не явился". Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), деканат имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных деканата проставляется "0" баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине.

Рейтинговая система оценки качества учебной работы распространяется и на студентов, переведенных на индивидуальное обучение.

Если студент желает повысить рейтинг по дисциплине после итогового контроля, то он должен заявить об этом в деканате. Дополнительная проверка знаний осуществляется преподавателем по направлению деканата в течение недели после итогового контроля. При этом преподаватель должен ориентироваться на те темы дисциплины, по которым студент набрал наименьшее количество баллов. Полученные баллы вносятся в единую ведомость оценки успеваемости студентов (в дополнительный модуль) и учитываются при определении рейтинговой оценки в целом по дисциплине. Если студент во время дополнительной проверки знаний не смог повысить рейтинговую оценку, то ему сохраняется количество баллов, набранных ранее.

3. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

3.1. Технологическая карта рейтинга дисциплины

Наименование дисциплины	Направление подготовки и уровень образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) Наименование программы/ профиля	Количество з.е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ	Бакалавр	3 кредита (ЗЕТ)
Смежные дисциплины по учебному плану		
Предшествующие: школьные курсы по математике, информатике		
Вузовский курс: Математика, Алгебра, Теория вероятностей и математическая статистика, Информатика, Языки и методы программирования, Численные методы		
Последующие: Компьютерное моделирование,		

МОДУЛЬ № 1 Входной			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 10%	
		min	max
Текущий контроль	Контрольная работа 1	5	10
Итого		5	20

МОДУЛЬ № 2. <i>Методы оптимизации</i>			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 30%	
		min	max
Текущий контроль	Контрольная работа 2	5	10
Текущий контроль	Контрольная работа 3	5	10
Текущий контроль	Контрольная работа 4	5	10
Итого		15	30

МОДУЛЬ № 3. <i>Элементы теории игр</i>			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 20%	
		min	max
Текущий контроль	Контрольная работа 5	5	10
Текущий контроль	Контрольная работа 6	5	10
Итого		10	20

МОДУЛЬ № 4.			
<i>Введение в теорию массового обслуживания</i>			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 20%	
		min	max
Текущий контроль	Контрольная работа 7	5	10
Текущий контроль	Контрольная работа 8	5	10
Итого		10	20

Итоговый модуль			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	<i>Экзамен</i>	20	30
Итого		20	30

Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки:

<i>Общее количество набранных баллов*</i>	<i>Академическая оценка</i>
60–72	3 (удовлетворительно)
73–86	4 (хорошо)
87–100	5 (отлично)

3.2. Фонд оценочных средств (контрольно-измерительные материалы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

Институт математики, физики и информатики

(наименование института/факультета)

Кафедра-разработчик Информатики и информационных технологий в образовании

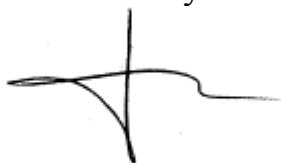
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

Протокол № 1

от «31» августа 2018 г.



ОДОБРЕНО

ОДОБРЕНО

на заседании научно-методического совета

направления подготовки Протокол № 2

от «14» сентября 2018 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

«Исследование операций»

(наименование дисциплины/модуля/вида практики)

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы

Математика и информатика

Квалификация: бакалавр

по очной форме обучения

Составитель:

канд.пед.наук, доцент, доцент кафедры ИИТвО Степанова Т.А.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ НА ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Представленный фонд оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации соответствует требованиям ФГОС ВО и профессиональным стандартам Педагог (профессиональная деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденным приказом Минтруда России от 18.10.2013 N 544н.

Предлагаемые формы и средства аттестации адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы: «Математика», квалификация (степень): бакалавр.

Оценочные средства и критерии оценивания представлены в полном объеме. Формы оценочных средств, включенных в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС, установленных в Положении о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре - в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», утвержденного приказом ректора № 297 (п) от 28.04.2018.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств **рекомендуется к использованию в процессе подготовки по указанной программе.**

Эксперт

учитель информатики высшей категории,
заместитель директора по учебно-воспитательной работе
МБОУ «СОШ № 10 с углубленным изучением отдельных
предметов имени академика Ю.А. Овчинникова»
г. Красноярска



 Г.С. Карпенко

1. Назначение фонда оценочных средств

1.1. **Целью** создания ФОС дисциплины «Исследование операций» является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

1.2. ФОС по дисциплине решает **задачи**:

1. Управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формирования компетенций, определенных в образовательных стандартах по соответствующему направлению подготовки.

2. Оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с определением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий.

3. Обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс.

4. Совершенствование процессов самоподготовки и самоконтроля обучающихся.

1.3. ФОС разработан на основании нормативных **документов**:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» Квалификация (степень) «Бакалавр»

- положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» утвержденного приказом ректора № 297 (п) от 28.04.2018.

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины/модуля/прохождения практики

2.1. **Перечень компетенций**, формируемых в процессе изучения дисциплины:

а) общекультурные:

ОК-3 - способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве

ОК-6 - способность к самоорганизации и самообразованию

б) общепрофессиональные:

ОПК-1 - готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности

ОПК-3 - готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса

в) профессиональные:

ПК-1 - готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

ПК-12 - способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся

2.2. Оценочные средства

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании данной компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМ	
			Номер	Форма
ОК-3 - способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Общекультурные основы профессиональной деятельности, Информационная культура и технологии в образовании, Естественнонаучная картина мира, Основы математической обработки информации, Физика, Информатика, Математическая логика, Геометрия, Алгебра, Элементарная математика, теоретические основы информатики, Математическая физика, Информационные системы и сети, Информационные и коммуникационные технологии в образовании, Профильное исследование в области математики, Профильное исследование в области информатики, Элементарная алгебра, Элементы алгебры, Элементарная геометрия, Элементы геометрии, Компьютерная алгебра, Дискретная математика, Избранные вопросы дискретной математики, Компьютерное моделирование, Моделирование информационных систем, Исследование операций, Методы оптимизации, Защита информации, Информационная безопасность, Дополнительные главы математического анализа, Основания геометрии, Дополнительные главы геометрии, История математики, История математического образования в России, Дифференциальная геометрия, Линии и поверхности в евклидовом пространстве, Числовые системы, Дополнительные главы алгебры, Основы искусственного интеллекта, Кибернетические основы деятельности человека, Учебная практика, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Производственная практика, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы, Педагогическая практика интерна, Методика обучения математике	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация	все	Выполнение контрольных работ Экзамен
ОК-6 - способность к самоорганизации и самообразованию	Общекультурные основы профессиональной деятельности, Иностранный язык, Русский язык и культура речи, Экономика образования, Информационная культура и технологии в образовании, Социология, Физическая культура и спорт, Теоретические основы профессиональной деятельности, Педагогика, Научные основы учебно-профессиональной деятельности, Основы учебной деятельности студента, Основы научной деятельности студента, Основы математической обработки информации, Физика, Информатики, Теория вероятностей и математическая статистика, Математическая логика, Алгебра, Элементарная математика, Языки и методы программирования, Исследование операций, Информационные системы и сети, Информационные и коммуникационные технологии в образовании, Архитектура профессионального компьютера и операционные системы, Профильное исследование в области математики, Профильное исследование в области информатики, Элементарная алгебра, Элементы алгебры, Элементарная геометрия, Элементы геометрии, Компьютерная алгебра, Дискретная математика, Избранные вопросы дискретной математики, Компьютерное моделирование, Моделирование информационных систем, Численные методы, Исследование операций, Методы оптимизации, Защита информации, Информационная безопасность, Организация исследовательской деятельности школьников, Intel – обучение для будущего, Дополнительные главы математического анализа, История математики, История математического образования в России, Числовые системы, Дополнительные главы алгебры, Открытые программные средства в школьном курсе информатики, Свободное программное	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация	все	Выполнение контрольных работ Экзамен

воспитательного процесса	сдача государственного экзамена, Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы			
ПК1 - готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии требованиями образовательных стандартов	Психология, Педагогика, Физика, Теория вероятностей и математическая статистика, Математическая логика, Геометрия, Элементарная математика, Теоретические основы информатики, Информационные системы и сети, Архитектура профессионального компьютера и операционные системы, Элементарная алгебра, Элементы алгебры, Информационные технологии в математике, Компьютерная алгебра, Дискретная математика, Избранные вопросы дискретной математики, Исследование операций, Методы оптимизации, Защита информации, Информационная безопасность, Организация исследовательской деятельности школьников, Intel - обучение для будущего, Основания геометрии, Дополнительные главы геометрии, История математики, История математического образования в России, Дифференциальная геометрия, Линии и поверхности в евклидовом пространстве, Числовые системы. Дополнительные главы алгебры, Основы искусственного интеллекта, Кибернетические системы деятельности человека, История информатики, История школьного курса информатики, Современные средства оценивания результатов обучения, Методика обучения математике, Методика обучения математике, Учебная практика, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Производственная практика, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Педагогическая практика интерна, Преддипломная практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация	все	Выполнение контрольных работ Экзамен
ПК-12 - способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся	Научные основы учебно-профессиональной деятельности, Основы научной деятельности студента, Элементарная математика, Исследование операций, Профильное исследование в области математики, Элементарная алгебра, Элементы алгебры, Компьютерное моделирование, Моделирование информационных систем, Исследование операций, Методы оптимизации, Основы искусственного интеллекта, Кибернетические основы деятельности человека, Учебная практика, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Производственная практика, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы, Педагогическая практика интерна, Методика обучения математике	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация	все	Выполнение контрольных работ Экзамен

3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонд оценочных средств включает вопросы и задания к экзамену.

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство 1 «Вопросы и задания к экзамену»

Критерии оценивания по оценочному средству «Вопросы и задания к экзамену»

Формируемые компетенции	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций	Пороговый уровень сформированности компетенций
	(26 - 30 баллов) отлично	(22 - 25 баллов) хорошо	(18 - 21 балл)* Удовлетворительно
ОК-3 - способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Обучающийся свободно использует естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Обучающийся фрагментарно использует естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Обучающийся использует конкретно указанные естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве
ОК-6 - способность к самоорганизации и самообразованию	Обучающийся демонстрирует высокий уровень способности к самоорганизации и самообразованию	Обучающийся демонстрирует хороший уровень способности к самоорганизации и самообразованию	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень способности к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 - готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности	Обучающийся осознает социальную значимость своей будущей профессии и обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности в высокой степени	Обучающийся осознает социальную значимость своей будущей профессии и обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности в достаточной степени	Обучающийся осознает социальную значимость своей будущей профессии и обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности в необходимой степени
ОПК-3 - готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного	Обучающийся готов к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса на высоком	Обучающийся готов к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса на базовом	Обучающийся готов к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса на

процесса	уровне	уровне	достаточном уровне
ПК1 - готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся полностью готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся достаточно готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов
ПК-12 - способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся на высоком, творческом уровне	Способен руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся на высоком, творческом уровне	Способен руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся на необходимом уровне	Способен руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся на достаточном уровне

*Менее 18 баллов – компетенция не сформирована

4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

Фонд оценочных средств включает контрольные работы по дисциплине

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству 2. *Контрольная работа №1*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству 3. *Контрольная работа № 2*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.3. Критерии оценивания по оценочному средству 4. *Контрольная работа № 3*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.4. Критерии оценивания по оценочному средству 5. *Контрольная работа № 4*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.5. Критерии оценивания по оценочному средству 6. *Контрольная работа № 5*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.6. Критерии оценивания по оценочному средству 7. *Контрольная работа № 6*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.7. Критерии оценивания по оценочному средству 8. *Контрольная работа № 7*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

4.2.8. Критерии оценивания по оценочному средству 9. *Контрольная работа № 8*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно построена математическая модель	5
Мат.модель реализована на компьютере	10
Максимальный балл	10

5. **Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)** **1. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Предмет и методы «Исследования операций».
2. Методы оптимизации. Понятие оптимального решения, целевая функция, параметры плана, виды оптимизации.
3. Безусловная оптимизация. Одномерная оптимизация. Метод золотого сечения.
4. Безусловная оптимизация. Многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска. Метод градиентов.
5. Условная оптимизация. Математическое программирование. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Стандартная, каноническая и общая форма ЗЛП. Примеры ЗЛП.
6. Геометрический метод решения ЗЛП. Различные случаи решения ЗЛП геометрическим методом.
7. Симплекс-метод решения ЗЛП в общем виде, геометрический смысл симплекс-метода.
8. Задача об оптимальном планировании производства. Постановка задачи, решение симплекс-методом.
9. Транспортная задача. Постановка задачи, решение методом потенциалов.
10. Несбалансированная транспортная задача. Постановка, способы решения.
11. Теория игр. Классификация игр. Понятия стратегии игрока, оптимальная стратегия, размерность игры, платежная матрица игры. Примеры.
12. Решение игры с седловой точкой. Верхняя и нижняя цена игры, принцип минимакса. Седловая точка, чистая цена игры. Примеры.
13. Решение игры без седловой точки размерности 2×2 . Смешанные стратегии. Теорема Неймана. (без доказательства). Активные стратегии. Теорема об активных стратегиях (без док-ва).
14. Решение игры размерности $m \times n$ с помощью линейного программирования.
15. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания. Постановка задачи. Множество Парето. Пуассоновский поток событий.
16. Обслуживание систем массового обслуживания с ожиданием.
17. Системы массового обслуживания с отказами.
18. Обслуживание систем массового обслуживания с преимуществами.

Задачи на экзамен:

1. Решение задачи безусловной оптимизации методом золотого сечения.
2. Решение задачи безусловной оптимизации методом покоординатного спуска.
3. Решение задачи линейного программирования геометрическим методом
4. Решение задачи о планировании производства (симплекс-методом).
5. Решение транспортной задачи (методом потенциалов)
6. Решение несбалансированной транспортной задачи (методом потенциалов)
7. Решение игры с седловой точкой.
8. Решение игры без седловой точки.
9. Решение игры размерности $M \times N$ симплекс-методом.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Методом золотого сечения найти минимум функции $f(x)$ с точностью $\varepsilon=0.01$.

1. $f(x)=5x^2+2x-2$
2. $f(x)=2x^2-x-3$
3. $f(x)=4x^2+2x-1$
4. $f(x)=5x^2+3x+2$
5. $f(x)=3x^2+2x+3$
6. $f(x)=2x^2+x+1$
7. $f(x)=4x^2-6x+3$
8. $f(x)=3x^2+2x+2$
9. $f(x)=2x^2-3x+7$
10. $f(x)=3x^2-2x+5$

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Методом покоординатного спуска найти минимум функции $f(x,y)$ с точностью $\varepsilon=0.01$

1. $f(x,y)=x^2+4y^2+2x-4y-2$
2. $f(x,y)=2x^2+y^2-x+y-3$
3. $f(x,y)=4x^2+y^2+2x+y-1$
4. $f(x,y)=5x^2+4y^2+3x-4y+2$
5. $f(x,y)=2x^2+2y^2+2x-2y+3$
6. $f(x,y)=x^2+2y^2+2x-4y+1$
7. $f(x,y)=4x^2+2y^2-6x+4y+3$
8. $f(x,y)=3x^2+2y^2+2x-2y+2$
9. $f(x,y)=2x^2+3y^2-3x-4y+7$
10. $f(x,y)=3x^2+2y^2-2x+3y+6$

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Геометрическим методом найти наибольшее и наименьшее значение функции $L(x,y)$

- | | |
|--|--|
| 1. $L(x,y)=4x-2y$
$x+3y \geq 1$
$2x-y \leq 17$
$5x-13y \geq 17$ | 2. $L(x,y)=3x+2y$
$4x+y \leq 45$
$4x-3y \geq 30$
$y \geq 3$ |
| 3. $L(x,y)=3x-y$
$-3x+2y \geq -13$
$x-y \geq 4$
$y \geq 3$ | 4. $L(x,y)=2x+2y$
$-4x-3y \geq -19$
$3x+5y \leq 28$
$-x+2y \geq -2$ |
| 5. $L(x,y)=2x-4y$
$x \geq 2$
$3x+4y \geq -2$
$-3x+4y \leq 6$ | 6. $L(x,y)=3x-6y$
$4x+4y \geq 12$
$-2x+2y \geq -10$
$2x+6y \leq 18$ |
| 7. $L(x,y)=6x-3y$
$-5x-y \leq 18$
$2x+6y \leq 4$
$-3x+5y \geq -6$ | 8. $L(x,y)=2x+4y$
$y \geq 0$
$3x-2y \leq 0$
$x+2y \leq 3$ |
| 9. $L(x,y)=7x+y$
$4x-3y \geq 3$
$3x+y \leq 25$
$5x+6y \leq 33$ | 10. $L(x,y)=2x-2y$
$x+y \leq 3$
$x-y \leq 5$
$x+3y \leq 9$ |

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

Решить задачу о планировании производства симплекс-методом

Предприятие специализируется на выпуске двух видов продукции ($j=1,2$) из трех видов сырья ($i=1,2,3$).

На изготовление единицы продукции вида j расходуется a_{ij} кг сырья вида i .

На складе имеется b_i кг сырья вида i .

От реализации единицы продукции вида j предприятие получает c_j единиц прибыли.

Требуется определить, какое количество единиц каждого вида продукции нужно изготовить предприятию для получения максимальной прибыли и определить эту прибыль.

$1. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 13 & 23 \\ 13 \cdot 11 \\ 11 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 608 \\ 614 \\ 575 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (5 \cdot 7)$	$2. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 5 & 7 \\ 6 \cdot 6 \\ 7 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 256 \\ 283 \\ 363 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (9 \cdot 7)$
$3. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 10 & 6 \\ 3 \cdot 3 \\ 5 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 735 \\ 765 \\ 455 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (8 \cdot 4)$	$4. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 5 & 7 \\ 9 \cdot 9 \\ 10 & 8 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 343 \\ 587 \\ 587 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (11 \cdot 7)$
$5. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 7 & 5 \\ 7 \cdot 2 \\ 8 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 347 \\ 300 \\ 357 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (11 \cdot 7)$	$6. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 20 & 28 \\ 15 \cdot 9 \\ 14 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 758 \\ 526 \\ 541 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (10 \cdot 2)$
$7. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 11 & 21 \\ 13 \cdot 15 \\ 13 & 3 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 741 \\ 741 \\ 822 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (5 \cdot 3)$	$8. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 19 & 26 \\ 16 \cdot 17 \\ 19 & 8 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 868 \\ 638 \\ 853 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (5 \cdot 4)$
$9. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 6 \cdot 3 \\ 15 & 1 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 476 \\ 364 \\ 319 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (11 \cdot 10)$	$10. (a_{ij}) = \begin{pmatrix} 8 & 12 \\ 7 \cdot 9 \\ 7 & 5 \end{pmatrix} \cdot (b_j) = \begin{pmatrix} 612 \\ 492 \\ 562 \end{pmatrix} \cdot (c_i) = (11 \cdot 9)$

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

Решение транспортной задачи методом потенциалов

Имеется три поставщика сырья ($i=1,2,3$) и пять пунктов его потребления ($j=1,2,3,4,5$).

У i поставщика имеется a_i единиц сырья, а в j пункте потребления требуется b_j единиц сырья.

Стоимость перевозки единицы сырья от i поставщика j потребителю равна c_{ij} .

Требуется составить план перевозок, позволяющий вывезти все грузы, полностью удовлетворить потребности с наименьшей стоимостью перевозок.

<p>1.</p> $a_i = \begin{matrix} 150 \\ 75 \\ 125 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 50 & 80 & 30 & 140 & 50 \end{matrix}$ $c_{ij} = \begin{matrix} & 8 & 10 & 7 & 5 & 8 \\ 10 & 4 & 6 & 4 & 13 \\ 5 & 6 & 9 & 11 & 10 \end{matrix}$	<p>2.</p> $a_i = \begin{matrix} 200 \\ 440 \\ 210 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 190 & 220 & 140 & 210 & 90 \end{matrix}$ $c_{ij} = \begin{matrix} & 38 & 54 & 64 & 64 & 40 \\ 78 & 42 & 24 & 42 & 82 \\ 30 & 28 & 56 & 54 & 40 \end{matrix}$
<p>3.</p> $a_i = \begin{matrix} 150 \\ 100 \\ 200 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 50 & 100 & 75 & 25 & 200 \end{matrix}$ $c_{ij} = \begin{matrix} & 15 & 18 & 7 & 8 & 6 \\ 21 & 30 & 10 & 6 & 1 \\ 16 & 18 & 3 & 4 & 5 \end{matrix}$	<p>4.</p> $a_i = \begin{matrix} 300 \\ 420 \\ 230 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 180 & 200 & 150 & 190 & 130 \end{matrix}$ $c_{ij} = \begin{matrix} & 10 & 20 & 19 & 29 & 26 \\ 16 & 19 & 13 & 19 & 21 \\ 37 & 30 & 15 & 19 & 37 \end{matrix}$
<p>5.</p> $a_i = \begin{matrix} 100 \\ 200 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 60 & 80 & 100 & 120 & 90 \end{matrix}$	<p>6.</p> $a_i = \begin{matrix} 200 \\ 400 \end{matrix} \quad b_j = \begin{matrix} 200 & 50 & 100 & 250 & 300 \end{matrix}$

5.	150 32 50 52 52 46 $c_{ij} = 50 60 60 64 66$ 68 50 46 52 64	6.	200 14 10 5 12 4 $c_{ij} = 20 10 13 14 6$ 1 9 17 5 8
7.	100 $a_i = 75$ $b_j = 80 20 20 50 30$ 25 6 8 9 3 1 $c_{ij} = 2 4 7 3 6$ 11 9 12 4 5	8.	200 $a_i = 250$ $b_j = 190 100 120 110 130$ 200 28 27 18 27 24 $c_{ij} = 18 26 27 32 21$ 27 38 23 31 34

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6

Решение несбалансированной транспортной задачи методом потенциалов

Имеется три поставщика сырья ($i=1,2,3$) и пять пунктов его потребления ($j=1,2,3,4,5$).

У i поставщика имеется a_i единиц сырья, а в j пункте потребления требуется b_j единиц сырья.

Стоимость перевозки единицы сырья от i поставщика j потребителю равна c_{ij} .

Требуется составить план перевозок, позволяющий вывести все грузы, полностью удовлетворить потребности с наименьшей стоимостью перевозок.

1.	150 $a_i = 100$ $b_j = 50 80 30 140 50$ 125 8 10 7 5 8 $c_{ij} = 10 4 6 4 13$ 5 6 9 11 10	2.	200 $a_i = 390$ $b_j = 190 220 140 210 90$ 210 38 54 64 64 40 $c_{ij} = 78 42 24 42 82$ 30 28 56 54 40
3.	200 $a_i = 100$ $b_j = 50 100 75 25 200$ 200 15 18 7 8 6 $c_{ij} = 21 30 10 6 1$ 16 18 3 4 5	4.	300 $a_i = 320$ $b_j = 180 200 150 190 130$ 230 10 20 19 29 26 $c_{ij} = 16 19 13 19 21$ 37 30 15 19 37
5.	100 $a_i = 250$ $b_j = 60 80 100 120 90$ 150 32 50 52 52 46 $c_{ij} = 50 60 60 64 66$ 68 50 46 52 64	6.	200 $a_i = 350$ $b_j = 200 50 100 250 300$ 200 14 10 5 12 4 $c_{ij} = 20 10 13 14 6$ 1 9 17 5 8
7.	100 $a_i = 100$ $b_j = 80 20 20 50 30$ 25 6 8 9 3 1 $c_{ij} = 2 4 7 3 6$ 11 9 12 4 5	8.	150 $a_i = 250$ $b_j = 190 100 120 110 130$ 200 28 27 18 27 24 $c_{ij} = 18 26 27 32 21$ 27 38 23 31 34

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 7

1. Решение игры с седловой точкой.

У двух игроков есть по две карты с цифрами 0 и 1. Они одновременно открывают любую из своих карт. Если получилось число 10, то первый игрок выигрывает 2 рубля, если число 00, то первый игрок выигрывает 1 рубль, если число 11 - второй игрок выигрывает 2 рубля, если число 01 - второй игрок выигрывает 1 рубль. (Карта 1 игрока читается первой)

2. Решение игры без седловой точки.

Первый игрок прячет в кулаке монету или две. Второй игрок должен угадать, сколько монет. Если угадал – забирает их, если не угадал – выплачивает такое же количество монет первому игроку.

3. Предприниматель собирается вложить сумму в количестве 100 тыс. р. в совместное предприятие. У него есть четыре альтернативы выбора формы заключения договора с партнером (стратегии A1, A2, A3, A4). С другой стороны, прибыль предпринимателя зависит от того, какую стратегию поведения выберет его партнер и совет директоров (у партнера — контрольный пакет акций). Имеются оценки выигрышей предпринимателя для каждой пары альтернатив (Ai, Bj) (прибыль приводится в процентах годовых от вложения), которые приведены в платежной матрице ai_j. Определить оптимальную стратегию вложения денег для предпринимателя, если партнер получает тем большую прибыль, чем меньше получит предприниматель, поэтому в его задачу входит минимизировать прибыль предпринимателя. Матрица ai_j имеет вид:

Ai/Bj	B1	B2	B3	B4
A1	a11	a12	a13	a14
A2	a21	a22	a23	a24
A3	a31	a32	a33	a34
A4	a41	a42	a43	a44

1. 30 60 30 70 60 50 40 70 50 60 30 50 40 70 40 90	2. 20 10 20 50 50 40 50 60 30 20 30 70 40 10 20 60
3. 10 30 10 50 80 60 30 50 40 30 20 60 20 50 20 70	4. 100 90 30 70 80 70 40 50 30 40 20 60 70 50 30 50
5. 70 20 60 50 90 40 80 50 80 50 70 90 40 10 20 60	6. 90 70 50 80 60 30 40 50 30 70 20 90 0 50 20 70
7. 45 30 50 80 75 70 90 80 60 40 50 70 10 20 30 40	8. 60 50 40 30 70 60 70 90 60 50 80 80 40 30 60 70

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 8

1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию. Заявка (вызов), пришедшая в момент, когда линия занята, получает отказ. Все потоки событий простейшие. Интенсивность потока $\lambda=0,95$ вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора $t=1$ мин. Определите вероятностные характеристики СМО в установившемся режиме работы. Сколько телефонов должно работать параллельно, чтобы вероятность отказа была меньше $1/10$?
2. В вычислительном центре работает 5 персональных компьютеров (ПК). Простейший поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность $\lambda=10$ задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все ПК заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания (ВЦ).
3. На пункт техосмотра поступает простейший поток заявок (автомобилей) интенсивности $\lambda=4$ машины в час. Время осмотра распределено по показательному закону и равно в среднем 17 мин., в очереди может находиться не более 5 автомобилей. Определите вероятностные характеристики пункта техосмотра в установившемся режиме.
4. На промышленном предприятии решается вопрос о том, сколько потребуется механиков для работы в ремонтном цехе. Пусть предприятие имеет 10 машин, требующих ремонта с учетом числа ремонтирующихся. Отказы машин происходят с частотой $\lambda=10$ отк/час. Для устранения неисправности механику требуется в среднем $t=3$ мин. Распределение моментов возникновения отказов является пуассоновским, а продолжительность выполнения ремонтных работ распределена экспоненциально. Возможно организовать 4 или 6 рабочих мест в цехе для механиков предприятия. Необходимо выбрать наиболее эффективный вариант обеспечения ремонтного цеха рабочими местами для механиков.

3.3. Анализ результатов обучения и перечень корректирующих мероприятий по учебной дисциплине

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в учебной программе на 2017/2018 учебный год

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.
2. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 03 мая 2017 г. протокол № 10

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании НМСС 26 мая 2017 г. протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю.

Заведующий кафедрой _____ Пак Н.И.



Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2018/2019 учебный год:

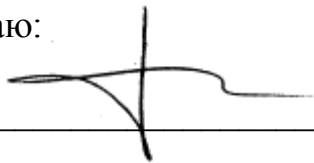
В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
2. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии с приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 № 297 (п)
3. На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «о внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457 (п).

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 04 апреля 2018 г. протокол № 7

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой _____ Пак Н.И.



Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании НМСС 23 мая 2018 г. протокол № 8 Внесенные изменения утверждаю.

Председатель _____ Борtnовский С.В.



Лист внесения изменений

Дополнения и изменения рабочей программы на 2019/2020 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «о внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457 (п).

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 08 мая 2019 г. протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой



Пак Н.И.

Одобрено научно-методическим советом ИМФИ

16 мая 2019 г. протокол № 8

Председатель



Бортновский С.В.

4. УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

4.1.КАРТА ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

для обучающихся образовательной программы

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль)

образовательной программы


Математика и информатика

по очной форме обучения

Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/точек доступа
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А. С. Шапкин, Н. П. Мазаева. - 4-е изд. - М. : Дашков и К, 2007. - 400 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	8
Рогов, В. В. Исследование операций: учебное пособие. Ч.1. Элементы линейного программирования и теории игр / В. В. Рогов. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2005. - 180 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	12
Рогов, В. В. Исследование операций: учебное пособие. Ч. 2. Элементы нелинейного и динамического программирования / В. В. Рогов. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2007. - 112 с	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	11
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
Пиявский С. А. Принятие решений: учебник - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015 ЭБС «Университетская библиотека онлайн» Пиявский, С.А. Принятие решений : учебник / С.А. Пиявский ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - 179 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9585-0615-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438383	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Васильев, Ф.П. Методы оптимизации : учебник / Ф.П. Васильев. - Изд. нов., перераб. и доп. - Москва : МЦНМО, 2011. - Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. - 620 с. - ISBN 978-5-94057-707-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Агапов, Д.С. Решение задач оптимизации в различных вычислительных средах : учебное пособие / Д.С. Агапов, И.В. Белинская ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра «Автомобили, тракторы и технический сервис». -	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ

Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. - 74 с. : схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480388		
Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02736-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ		
Электронный учебный курс «Исследование операций» авт. Степанова Т.А., КГПУ им. В.П.Астафьева URL: http://e.kspu.ru/course/view.php?id=272	Электронный университет сайт КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный доступ
РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ		
Исследование операций онлайн	https://math.semestr.ru/games/games_practice.php	Свободный доступ
Матбюро. Решения задач по теории игр	https://www.matburo.ru/ex_emm.php?p1=emmti	Свободный доступ
Беспярых Е.А. Системы массового обслуживания. Решение типичных задач // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. ХLI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(41).	https://nauchforum.ru/studconf/tech/xli/17072	Свободный доступ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ		
Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	http://library.kspu.ru/jirbis2/	Локальная сеть вуза
Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	https://icdlib.nspu.ru/	Индивидуальный неограниченный доступ
Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по информатике / Рос. информ. портал. - Москва. 2000- . - Режим доступа: http://elibrary.ru .	http://elibrary.ru	Свободный доступ.
East View: универсальные базы данных [Электронный ресурс] : периодика России, Украины и стран СНГ , - Элэктрон.дан. - ООО ИВИС. - 2011 - .	https://dlib.eastvirw.com/	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

Главный библиотекарь _____ /  / Фортова А.А.
 (должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О)

4.2. Карта материально-технической базы дисциплины ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

для обучающихся образовательной программы

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность
(профиль) образовательной программы Математика и информатика

по очной форме обучения

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, программное обеспечение)
для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
для проведения занятий лекционного типа	
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 2-04	<p>Оборудование Маркерная доска – 1 шт., ноутбук – 10шт., мультимедийный демонстрационный комплекс (проектор, интерактивная доска, колонки, USB-камера) – 1шт., система видеоконференцсвязи Policom – 1шт.</p> <p>Программное обеспечение Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 2-06	<p>Оборудование Компьютер– 9шт., проектор – 1шт., наглядные пособия (стенды), маркерная доска – 1шт. с устройством для интерактивной доски, доска маркерная – 1шт.</p> <p>Программное обеспечение Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 2-11	<p>Оборудование Учебная доска-1шт., проектор-1шт., компьютер-1шт., маркерная доска-1шт., демонстрационный стол-1шт</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-01	<p>Оборудование Интерактивная доска – 1шт., магнитно-маркерная доска – шт., документ-камера – 1шт., демонстрационная панель (телевизор) – 1шт., ноутбуки -13шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-02	<p>Оборудование Компьютер- 1шт., интерактивная доска - 1 шт., система видеоконференцсвязи Policom – 1 шт. (без сети), учебная доска-1шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
Перенсона, 7	Оборудование

(Корпус №4) № 3-11	Учебная доска-1шт., экран-1шт., проектор-1шт., компьютер-1шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-12	Оборудование Компьютер -10шт., учебная доска-1 шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-13,3-14	Оборудование Компьютер-15шт., принтер-1шт., маркерная доска-1шт., проектор-1шт., интерактивная доска-1шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-15	Оборудование Проектор-1шт., компьютер-12шт., маркерная доска-1шт., интерактивная доска-1шт. Программное обеспечение Microsoft® Windows® 8.1 Professional (ОЕМ лицензия, контракт № 20А/2015 от 05.10.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №1В08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия); Живая математика 5.0 (Контракт НКС-ДБ-294/15 от 21.09.2015, лицензия № 201515111); GeoGebra (Свободно распространяемая в некоммерческих (учебных) целях лицензия)
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 4-02	Оборудование Компьютер -1шт., проектор-1шт., интерактивная доска-1шт., маркерная доска-1шт., учебная доска-1шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 4-11	Оборудование Учебная доска-1шт. Программное обеспечение Нет
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 4-12	Оборудование Компьютер – 10 шт., проектор – 1 шт., интерактивная доска – 1шт., маркерная доска – 1 шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
для проведения семинаров и лабораторных работ	
Перенсона,7 (Корпус №4) № 2-04	Оборудование Маркерная доска – 1 шт., ноутбук – 10шт., мультимедийный демонстрационный

	<p>комплекс (проектор, интерактивная доска, колонки, USB-камера) – 1шт., система видеоконференцсвязи Policom – 1шт.</p> <p>Программное обеспечение Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) №1-09</p>	<p>Оборудование Компьютер-3шт., 3D-принтер-1шт., сервер-1шт., проектор-1шт., принтер-1 шт., интерактивная доска-1шт., маркерная доска -1шт., система видеоконференцсвязи Поликом</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 2-06</p>	<p>Оборудование Компьютер– 9шт., проектор – 1шт., наглядные пособия (стенды), маркерная доска – 1шт. с устройством для интерактивной доски, доска маркерная – 1шт.</p> <p>Программное обеспечение Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-01</p>	<p>Оборудование Интерактивная доска – 1шт., магнитно-маркерная доска – шт., документ-камера – 1шт., демонстрационная панель (телевизор) – 1шт., ноутбуки -13шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-07</p>	<p>Оборудование Компьютер - 12 шт., интерактивная доска – 1шт., доска флипчарт – 1 шт., проектор – 1 шт., колонки – 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-08</p>	<p>Оборудование Компьютер - 8 шт., интерактивная доска – 1шт., телевизор – 1 шт., маркерная доска – 1 шт., проектор-1шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-12</p>	<p>Оборудование Компьютер -10шт., учебная доска-1 шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-13,3-14</p>	<p>Оборудование Компьютер-15шт., принтер-1шт., маркерная доска-1шт., проектор-1шт., интерактивная доска-1шт.</p> <p>Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
<p>Перенсона, 7 (Корпус №4) № 3-15</p>	<p>Оборудование Проектор-1шт., компьютер-12шт., маркерная доска-1шт., интерактивная доска-1шт.</p> <p>Программное обеспечение Microsoft® Windows® 8.1 Professional (ОЕМ лицензия, контракт № 20А/2015 от 05.10.2015);</p>

	<p>Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №1B08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия); Живая математика 5.0 (Контракт НКС-ДБ-294/15 от 21.09.2015, лицензия № 201515111); GeoGebra (Свободно распространяемая в некоммерческих (учебных) целях лицензия)</p>
Перенсона, 7 (Корпус №4) № 4-12	<p>Оборудование Компьютер – 10 шт., проектор – 1 шт., интерактивная доска – 1шт., маркерная доска – 1 шт. Программное обеспечение Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)</p>
для самостоятельной работы	
Перенсона,7 (Корпус №4) №1-02	<p>Оборудование Компьютер-10шт., принтер-1шт. Программное обеспечение Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>