

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Дзержинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

(протокол от «14» декабря 2021 г. № 4)

**Рабочая программа дисциплины
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль) образовательной программы

**ИТ-СЕРВИСЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЭКОНОМИКЕ И
ФИНАНСАХ**

Год набора: 2022

Квалификация

БАКАЛАВР

Форма обучения

ОЧНАЯ

Дзержинск
2021г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11 Исследование операций и методы оптимизации относится к обязательной части учебного плана ООП 09.03.03 Прикладная информатика.

Целью изучения дисциплины является приобретение обучающимися теоретических и практических основ математического моделирования, необходимых в современных условиях при описании, анализе реальных экономических процессов.

Задачами курса являются:

- 1) изучение принципов описания любых экономических объектов языком математических моделей;
- 2) построение экономических и математических моделей для задач принятия решений в сложных ситуациях;
- 3) изучение взаимосвязей, определяющих в последствии принятия решений, и установление критериев эффективности, позволяющих оценивать преимущество того или иного варианта действия;

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения.	Знать методы принятия оптимальных решений в задачах анализа и управления экономическими системами.	Собеседование, тестирование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ.	Уметь анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.	Собеседование, тестирование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.	Владеть методиками разработки целей и задач проекта; методами принятия оптимальных решений с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знать основы математики, вычислительной техники и программирования.	Собеседование, тестирование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.	Уметь решать задачи анализа экономических систем с применением естественнонаучных знаний, методов математического моделирования.	Собеседование, тестирование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования экономических и управленческих систем.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	Знать основы теории систем и системного анализа, методов оптимизации и исследования операций, экономико-математического моделирования.	Собеседование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.	Уметь применять методы теории систем и системного анализа, экономико-математического моделирования для автоматизации задач принятия решений в экономико-управленческой сфере.	Собеседование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	ОПК-6.3. Владеет навыками проведения	Владеть навыками построения математических моделей и анализа	Контрольные задания, отчет о

	инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	эффективности функционирования экономических и информационных систем.	выполнении лабораторных работ.
--	---	---	--------------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	98
- занятия лекционного типа	32
- лабораторные занятия	32
- занятия семинарского типа	32
- КСР	2
самостоятельная работа	46
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе													Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы															
				из них															
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего						
Очная				Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная					
1.Класические методы оптимизации	45			10			10			10			30			15			
2.Элементы теории игр	45			10			10			10			30			15			
3.Модели сетевого планирования и управления	52			12			12			12			36			16			

КСР	2																
Промежуточная аттестация	36																
Итого	180		32			32			32			96			46		

Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Классические методы оптимизации .

Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа.

Тема 2. Элементы теории игр.

Понятие об игровых моделях. Платёжная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2х2. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой.

Тема 3. Модели сетевого планирования и управления.

Назначение и области применения сетевого планирования и управления. Сетевая модель и её основные элементы. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевого графика. Понятие пути. Временные параметры сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий практического и лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме - экзамен, включающий ответы на вопросы по программе дисциплины и выполнение практических заданий.

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: – выполнение проекта по профилю профессиональной деятельности и направленности образовательной программы.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 10 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- Организация исполнения работ проекта в соответствии с полученным планом
- Планирование коммуникаций с заказчиком в проектах создания (модификации) и ввода ИС в эксплуатацию
- Разработка модели бизнес-процессов заказчика
- Оптимизация работы ИС

- компетенций - УК-2.

Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

- компетенций - ОПК-1

Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- компетенций - ОПК-6

Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы - формирование навыков непрерывного самообразования и профессионального совершенствования.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение категориального аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка докладов-презентаций;
- подготовка к экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее актуальных и познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение категориального аппарата дисциплины

Изучение и осмысление экономических категорий требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучение словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение экономической терминологии в области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на более глубокое усвоение основных категорий экономической теории, понимание экономических процессов, происходящих в обществе, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

Подготовка докладов-презентаций

Написание докладов и подготовка презентации позволяет студентам глубже изучить темы курса, самостоятельно освоить изучаемый материал, пользуясь учебными пособиями и научными работами. Тема реферата может назначаться преподавателем или инициироваться студентом.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена и предусматривает оценку. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы.

Желательно спланировать троекратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины.

Задания для практических занятий подбираются из учебников списка основной литературы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс Исследование операций и методы оптимизации (<https://e-learning.unn.ru/course/index.php?categoryid=374>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
---------------	--	---	---	--	--	--	---

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы (код формируемых компетенций УК-2, ОПК-1, ОПК-6)

1. Классические методы определения экстремумов.

2. Метод множителей Лагранжа.
3. Понятие об игровых моделях.
4. Платёжная матрица.
5. Нижняя и верхняя цена игры.
6. Решение игр в смешанных стратегиях.
7. Геометрическая интерпретация игры 2х2.
8. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.
9. Игры с природой.
10. Назначение и области применения сетевого планирования и управления.
11. Сетевая модель и её основные элементы.
12. Порядок и правила построения сетевых графиков.
13. Упорядочение сетевого графика.
14. Понятие пути.
15. Временные параметры сетевых графиков.
16. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».
17. Сетевое планирование в условиях неопределенности.
18. Коэффициент напряженности работы.
19. Анализ и оптимизация сетевого графика.

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции УК-2

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

1 вопрос

Задачей математического программирования является

1. программирование математических расчетов на ЭВМ.
2. определение экстремума функции в заданной области.
3. имитационное моделирование экономических процессов.

2 вопрос

Достаточным условием локального безусловного минимума функции в стационарной точке является

1. равенство нулю всех элементов матрицы Гессе.
2. положительная определенность матрицы Гессе.
3. отрицательная определенность матрицы Гессе.

3 вопрос

В задаче квадратичного программирования

1. целевая функция квадратичная, ограничения линейные.
2. целевая функция линейная, ограничения квадратичные.
3. целевая функция и ограничения квадратичные.

4 вопрос

К задачам дискретной оптимизации относятся задачи

1. линейного программирования.
2. булевого программирования.
3. комбинаторного программирования.
4. целочисленного программирования.

5 вопрос

Оптимальное значение критерия релаксированной задачи максимизации

1. совпадает с оптимальным значением критерия исходной задачи.

2. \leq оптимального значения критерия исходной задачи.
3. \geq оптимального значения критерия исходной задачи.

6 вопрос

Методом ветвей и границ могут быть решены задачи

1. целочисленного линейного программирования.
2. коммивояжера.
3. задача о ранце.
4. транспортная задача.

7 вопрос

Метод множителей Лагранжа предназначен для решения задачи

1. дискретной оптимизации.
2. определения безусловного экстремума функции.
3. определения условного экстремума функции.

8 вопрос

Решение \bar{x}^* задачи векторной оптимизации $\max \bar{F}(\bar{x})$ является Парето-оптимальным

1. если для любого \bar{x}' выполняется условие $\bar{F}(\bar{x}') \leq \bar{F}(\bar{x}^*)$.
2. если не существует $\bar{x}' \neq \bar{x}^*$, такого, что $\bar{F}(\bar{x}') > \bar{F}(\bar{x}^*)$.
3. если не существует $\bar{x}' \neq \bar{x}^*$, такого, что $\bar{F}(\bar{x}') \geq \bar{F}(\bar{x}^*)$ и хотя бы для одной компоненты \bar{F} неравенство строгое.

9 вопрос

Правило отсева неперспективного подмножества в методе ветвей и границ (в задаче максимизации):

1. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве не превосходит рекорда (наилучшего достигнутого значения критерия).
2. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве превосходит рекорд (наилучшее достигнутое значение критерия).
3. если область допустимых решений релаксированной задачи на подмножестве пуста.

10 вопрос

Какими методами может быть решена задача о многомерном ранце?

1. Симплекс-методом.
2. Методом ветвей и границ
3. Методом множителей Лагранжа.
4. Венгерским методом.

5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1, ОПК-6

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

1 вопрос

Достаточным условием локального безусловного максимума функции в стационарной точке является

1. равенство нулю всех элементов матрицы Гессе.
2. положительная определенность матрицы Гессе.
3. отрицательная определенность матрицы Гессе

2 вопрос

Метод ветвей и границ предназначен для решения задач

1. линейного программирования.
2. комбинаторного программирования.
3. квадратичного программирования.

3 вопрос

Задача целочисленного линейного программирования может быть решена

1. методом Гомори.
2. симплекс-методом.
3. методом ветвей и границ.
4. методом множителей Лагранжа.

4 вопрос

Оптимальное значение критерия релаксированной задачи минимизации

1. \leq оптимального значения критерия исходной задачи.
2. \geq оптимального значения критерия исходной задачи.
3. совпадает с оптимальным значением критерия исходной задачи.

5 вопрос

Какими методами может быть решена задача коммивояжера?

1. Двойственным симплекс-методом.
2. Методом множителей Лагранжа.
3. Венгерским методом.
4. Методом ветвей и границ.

6 вопрос

Для ветвления в методе ветвей и границ (для задачи максимизации) выбирается подмножество

1. с минимальным прогнозом.
2. с максимальным прогнозом.
3. произвольное подмножество.

7 вопрос

Какие из перечисленных решений будут Парето-оптимальными решениями задачи векторной оптимизации $\max \bar{F}(\bar{x})$, $\bar{F}(\bar{x}) = (F_1(\bar{x}), F_2(\bar{x}))$?

1. $\bar{x}^* = \text{Arg max}(F_1(\bar{x}) + F_2(\bar{x}))$
2. $\bar{x}^* = \text{Arg max}(F_1(\bar{x}) - F_2(\bar{x}))$
3. $\bar{x}^* = \text{Arg max}(F_1(\bar{x}) * F_2(\bar{x}))$
4. $\bar{x}^* = \text{Arg max}(F_1(\bar{x}) / F_2(\bar{x}))$

8 вопрос

Укажите, какие утверждения верные:

1. Необходимым условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.
2. Достаточным условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.
3. Необходимым и достаточным условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.

9 вопрос

Задача выпуклого программирования относится к классу задач

1. линейного программирования.
2. нелинейного программирования.
3. дискретной оптимизации.

10 вопрос

Релаксированной к задаче оптимизации является

1. любая задача с тем же критерием.
2. задача с тем же критерием на подмножестве решений исходной задачи.
3. задача с тем же критерием на расширенном множестве решений.

5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

УК-2, ОПК-1, ОПК-6

Контрольные работы для оценки компетенций

Контрольная работа №1

Задание	Вариант		
	1	2	3
1	Найти экстремумы функции одной переменной		
	$f = x^2 + 4x + 6 \rightarrow \text{extr}$	$f = x^3 - 3x^2 + 3x + 2 \rightarrow \text{extr}$	$f = x - \ln(1+x) \rightarrow \text{extr}$
2	Найти экстремумы функции многих переменных		
	$f = x^2 + xy + y^2 - 2x - y \rightarrow \text{extr}$	$f = 3x^2 + 4xy + y^2 - 8x - 12y \rightarrow \text{extr}$	$f = 3xy - x^2y - xy^2 \rightarrow \text{extr}$
3	Решить задачу методом множителей Лагранжа		
	$F = 4x_1 + x_1^2 + 8x_2 + x_2^2 \rightarrow \max_{x_1+x_2=180}$	$F = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max_{x_2=5}$	$F = x_1x_2 + x_2x_3 \rightarrow \max_{\substack{x_1+x_2=4, \\ x_2+x_3=4}}$

Контрольная работа №2

Вариант 1. Предприятие производит электротермометры ЭТ-2000, которые с вероятностью p могут быть дефектными. Количество изделий в партии 200. Прошлый опыт указывает, что из-за неустойчивой работы производственной линии p равно либо 0,05, либо 0,10, либо 0,25. Причем, в 70 % произведенных партий, p равняется 0,05, в 20% - $p = 0,10$, а в 10% партий p равняется 0,25. ЭТ-2000 используются при сборке приборов, и, в конечном счете, их качество будет определено конечным ОТК. При этом можно или испытывать каждый электротермометр на специальном стенде, что обходится в 8 рублей за штуку и отбрасывать дефектные или использовать его на сборке непосредственно без испытания. Если выбрано последнее, дефект обнаружится при сплошном окончательном контроле, а стоимость переделки составит, в конечном счете, 90 рублей за каждый прибор.

- 1) По этим данным постройте матрицу прибылей и рассчитайте ожидаемые затраты на каждую партию. Какое решение следует принять, испытывать электротермометры или нет?
- 2) Допустим, что из каждой партии можно отправить в лабораторию 10 термометров, и по этой выборке достоверно установить процент бракованных изделий в партии. Стоимость анализа – 200 рублей. Стоит ли проводить такой анализ? Каковы будут суммарные издержки в этом случае?

Вариант 2. Годовой запас ботинок некоторого популярного типа для большого универмага нужно заказывать заранее. Каждая пара стоит 30 рублей, продается за 60 рублей, и может быть продана на распродаже только за 15 рублей, если не будет продана до конца года.

Рассматриваются следующие варианты заказа: 20, 30, 40 или 50 пар.

Уровни спроса и их вероятности даны в таблице:

Спрос	20	25	30	35	40	45	50
-------	----	----	----	----	----	----	----

Вероятность	0,20	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05
-------------	------	------	------	------	------	------	------

Сформируйте матрицу прибылей (выигрышей) и матрицу упущенных возможностей (рисков). Сколько пар ботинок нужно заказывать, чтобы максимизировать ожидаемую прибыль?

Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о величине заказа.

Вариант 3. Маленькая кондитерская в курортном городе продает выпечку собственного производства. Фирменные торты выпекаются каждое утро и продаются по цене 210 рублей (при себестоимости – 90 рублей). Если торт не продается в день изготовления, он выбрасывается. Записи, которые ведет хозяйка, показывают, что за последние 100 дней спрос на эти торты имел следующее распределение.

Количество проданных тортов	8	9	10	11	12
Количество дней	15	25	30	20	10

Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о партии тортов.

Вариант 4. Менеджер закупочного отдела магазина хозяйственных товаров должен решить, сколько циркулярных пил закупить для продажи в текущем строительном сезоне. Каждая пила покупается у дилера за 1800 рублей, а продается в магазине за 3000 рублей. Каждая непроданная в сезон пила требует серьезных расходов на хранение и в результате приносит убыток 750 рублей. Менеджер может покупать товар у дилера только партиями по 100 штук. Из прошлого опыта известны вероятности продажи партии товара различного размера.

Спрос	300	400	500	600	700
Вероятности	0,1	0,2	0,3	0,25	0,15

Сформируйте матрицу прибылей (выигрышей) и матрицу упущенных возможностей (рисков). Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о величине заказа циркулярных пил. Какова будет средняя прибыль при каждом из выборов партии?

Вариант 5. Виктор - прилежный студент, получающий хорошие отметки благодаря, в частности, тому, что имеет возможность повторить материал в ночь перед экзаменом. Перед завтрашним экзаменом Виктор столкнулся с тем, что его сокурсники организовали вечеринку, в которой он не хочет участвовать. Виктор имеет три альтернативы:

A1 – участвовать в вечеринке всю ночь.

A2 – половину ночи участвовать, а половину учиться,

A3 – учиться всю ночь.

Профессор, принимающий экзамен, непредсказуем в том смысле, что экзамен может быть легким (S1), средним (S2) или трудным (S2). Можно ожидать следующие экзаменационные баллы:

	S1	S2	S2
A1	85	60	40
A2	92	85	81
A3	100	88	82

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию Виктору.

Вариант 6. В приближении посевного сезона фермер имеет четыре альтернативы:

A1 – выращивать кукурузу,

A2 – выращивать пшеницу,

A3 – выращивать соевые бобы,

A4 – использовать землю под пастбища.

Платежи, связанные с указанными возможностями, зависят от количества осадков, которые можно разделить на следующие категории:

S1 – сильные осадки,

S2 – умеренные осадки,

S3 – незначительные осадки,

S4 – засушливый сезон.

Платежная матрица оценивается следующим образом

	S1	S2	S3	S4
A1	-20	60	30	-5
A2	40	50	35	0
A3	-50	100	45	-10
A4	12	15	15	10

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию фермеру.

Вариант 7. Один из N станков должен быть выбран для изготовления Q единиц определенной продукции. Минимальная и максимальная потребность в продукции равна Q^* и Q^{**} соответственно. Производственные затраты TC_i на изготовление Q единиц продукции на станке i включают фиксированные затраты K_i и удельные затраты c_i на производство единицы продукции и выражаются формулой $TC_i = K_i + c_i \cdot Q$.

Решить задачу при следующих данных:

Станок (i)	K_i (долл.)	c_i
1	100	5
2	40	12
3	150	3
4	90	8

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию.

Вариант 8. Одно из предприятий должно определить уровень предложения услуг так, чтобы удовлетворить потребности клиентов в течение предстоящих праздников. Точное число клиентов неизвестно, но ожидается, что оно может принимать одно из четырех значений: 200, 250, 300, 350 клиентов. Для каждого из этих возможных значений существует наилучший уровень предложения (с точки зрения наилучших затрат). Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам либо из-за превышения, либо из-за неполного удовлетворения спроса.

Ниже приводится таблица, определяющая потери в тысячах рублей.

	Клиенты				
Уровень предложения		Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
	A1	5	10	18	25
	A2	8	7	8	23
	A3	21	18	12	21
	A4	30	22	19	15

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия принятия решения. Сформулировать собственную рекомендацию.

Вариант 9. Национальная школа выживания подбирает место для строительства летнего лагеря в центре Аляски. Число участников сбора может быть: 200, 250, 300, 350. Стоимость проживания будет минимальной, поскольку он строится для удовлетворения небольших потребностей. Отклонения в сторону уменьшения или увеличения относительно идеальных уровней, влекут за собой дополнительные затраты (в силу избытка мест или потерь

возможности получить прибыль). A1-A4 представляют размеры лагеря (в количестве мест), а S1-S4 число участников сбора. Ниже представлена матрица, описывающая ситуацию.

	S1	S2	S3	S4
A1	5	10	18	25
A2	8	7	12	23
A3	21	18	12	21
A4	30	22	19	15

Проанализировать ситуацию с точки зрения всех критериев.

Вариант 10. Предприниматель решает проблему – какого размера строить предприятие: маленькое предприятие, среднее, крупное.

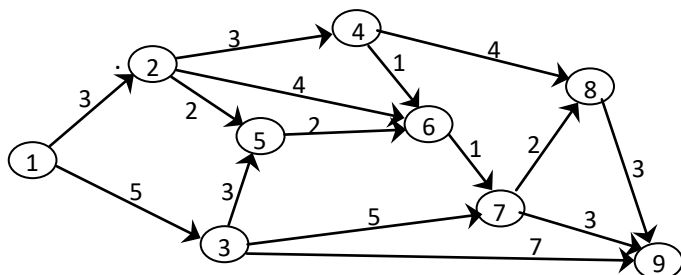
От маленького предприниматель ожидает прибыль 100 тыс. руб. при плохом спросе, 150 – при среднем, 200 – при хорошем. От среднего предприятия ожидается 180 тыс. руб. при плохом спросе, 250 – при среднем, 300 – при хорошем. От крупного предприятия ожидается 200 тыс. руб. при плохом спросе, 280 – при среднем, 350 – при хорошем.

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию.

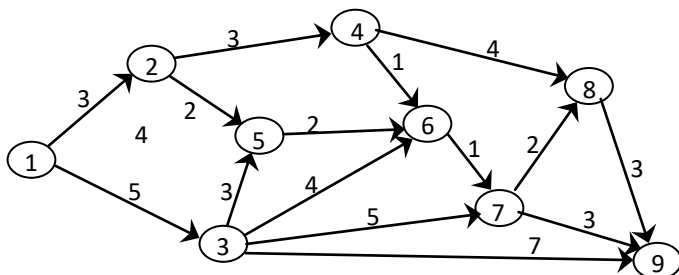
Контрольная работа №3

Задача Пользуясь алгоритмом Фалкерсона, пронумеровать события соответствующего сетевого графика. Вычислить все временные параметры событий и работ. Рассчитать по сетевому графику минимальное время выполнения комплекса работ (критический срок). Выделить на сетевом графике критический путь.

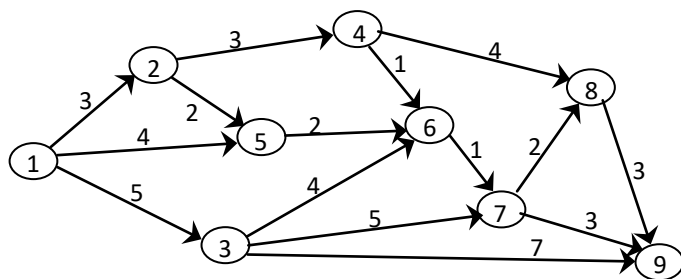
Вариант 1



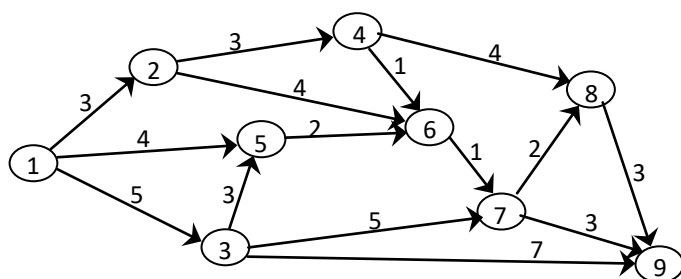
Вариант 2



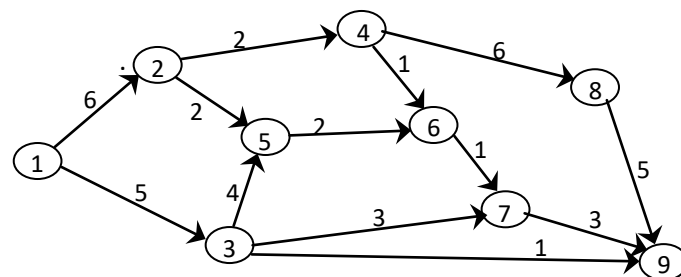
Вариант 3



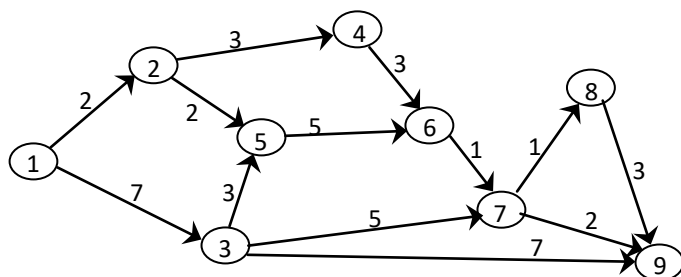
Вариант 4



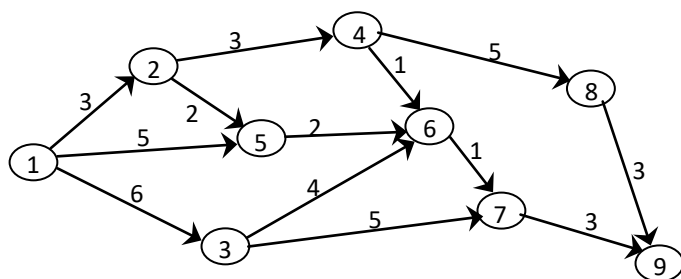
Вариант 5



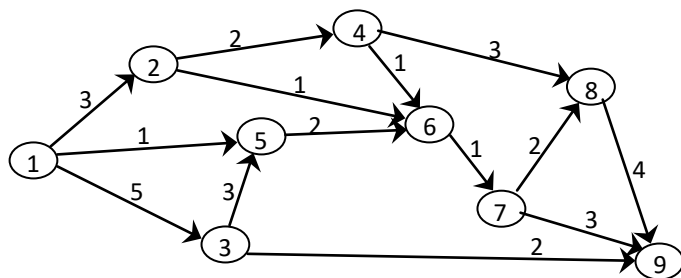
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



5.2.5. Типовые задания к лабораторным работам для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Лабораторная работа 1. Задачи безусловной оптимизации.

По содержательной постановке построить математическую модель задачи. Нелинейная целевая функция должна содержать не менее 3-х управляемых параметров. Сформулировать необходимые и достаточные условия локального экстремума. Найти все стационарные точки функции. Анализируя матрицу Гессе в этих точках, найти среди них точки локального минимума и локального максимума.

Лабораторная работа 2. Метод множителей Лагранжа решения задачи условной оптимизации.

По содержательной постановке построить математическую модель задачи. Нелинейная целевая функция должна содержать не менее 3-х управляемых параметров, в модели должно быть не менее 2-х ограничений. Построить функцию Лагранжа. Сформулировать необходимые и достаточные условия локального экстремума. Найти все стационарные точки функции Лагранжа. Анализируя окаймляющую матрицу Гессе в этих точках, найти среди них точки локального минимума и локального максимума. Привести экономическую интерпретацию множителей Лагранжа.

Лабораторная работа 3. Задачи квадратичного программирования.

По содержательной постановке построить математическую модель задачи. Нелинейная целевая функция должна содержать не менее 2-х управляемых параметров, в модели должно быть не менее 2-х ограничений. Построить функцию Лагранжа. Записать условия оптимальности Куна-Таккера. Найти оптимальное решение. Привести экономическую интерпретацию множителей Лагранжа.

Для поиска допустимого решения построенной системы линейных уравнений можно использовать диалоговую систему IBLP или Visual Simplex, не забывая на каждой итерации

контролировать отсутствие сопряженных векторов условий в базисе каждого промежуточного опорного плана.

Лабораторная работа 4. Решение задач целочисленного линейного программирования методами отсечений.

По содержательной постановке построить математическую модель задачи. Отказываясь от условий целочисленности, решить непрерывную задачу симплекс-методом с помощью диалоговой системы IBLP или Visual Simplex. Если полученное решение не целочисленное, построить, используя последнюю симплекс-таблицу, правильное отсечение по одному из алгоритмов Гомори. Скорректировать математическую модель задачи, добавив к ней полученное ограничение. Решить задачу симплекс-методом. Процесс повторять до получения целочисленного решения. Избыточные ограничения своевременно исключать из условий задачи. Оценить влияние вычислительных погрешностей на полученный результат.

Лабораторная работа 5. Решение модельной задачи дискретной оптимизации методом ветвей и границ.

5.1 Решить сгенерированную модельную задачу максимизации с помощью диалоговой системы решения и анализа задач управления дискретным производством UDP. Разбиение множества решений на подмножества и расчет оценок сверху и снизу оптимального значения критерия выполняет ЭВМ, отображая в графическом режиме полученное дерево решений. От пользователя требуется выбрать исключаемые подмножества, не содержащие оптимального решения, и множества, подлежащие разбиению. Дать обоснование всех принимаемых решений.

5.2 Аналогично решить задачу минимизации.

Лабораторная работа 6. Решение задачи о ранце методом ветвей и границ.

6.1 Сформулировать содержательно постановку экономической задачи, описываемой математической моделью задачи об одномерном ранце с пятью неизвестными (Задачи оптимальной загрузки оборудования, формирования портфеля заказов, загрузки транспортных средств ...).

6.2 Решить задачу методом ветвей и границ вручную и с помощью диалоговой системы UDP в обучающем режиме. Сравнить результаты.

Лабораторная работа 7. Решение задачи о многомерном ранце методом ветвей и границ.

7.1 Сформулировать содержательно постановку экономической задачи, описываемой математической моделью задачи о многомерном ранце с пятью неизвестными.

7.2 Решить задачу о многомерном ранце тремя способами, используя различные схемы релаксации:

- Каждая релаксированная задача – это задача об одномерном **непрерывном** ранце. Получить решение вручную и с помощью диалоговой системы UDP в обучающем режиме. Сравнить результаты.

- Каждая релаксированная задача – это задача об одномерном **целочисленном** ранце, ее решение получать с помощью диалоговой системы UDP в автоматическом режиме.

- Каждая релаксированная задача – это непрерывная многомерная задача о ранце, решаемая с помощью диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP или Visual Simplex.

Для каждого способа привести дерево решений.

7.3 Сравнить вычислительные затраты и затраты пользователя (по количеству поставленных релаксированных задач) на решение многомерной задачи о ранце с использованием трех схем релаксации.

Лабораторная работа 8. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

8.1 Привести постановку экономической задачи, описываемой математической моделью задачи коммивояжера (Задачи минимизации времени переналадки гибкого автоматизированного производства, выбора оптимальных маршрутов сбыта готовой продукции ...).

8.2 Решить задачу с пятью переменными методом ветвей и границ вручную и с помощью диалоговой системы UDP в обучающем режиме. Сравнить результаты.

8.3 Решить задачу коммивояжера, используя в качестве релаксированной транспортную задачу (или задачу о назначениях).

8.4 Сравнить приведенные два способа решения по трудоемкости.

Лабораторная работа 9. Решение задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.

Поставить экономически и решить методом ветвей и границ задачу целочисленного линейного программирования. Количество переменных и ограничений должно быть не менее трех. Диалоговую систему IBLP или Visual Simplex использовать для построения и решения релаксированных задач. В отчете дерево ветвлений изобразить графически. Обосновать использование всех процедур ветвления, расчета оценок и отсева.

Лабораторная работа 10. Решение задачи о назначениях.

Поставить экономически, привести математическую модель классической задачи о назначениях с пятью исполнителями и пятью работами. Решить венгерским методом.

Лабораторная работа 11. Решение минимаксной и максиминной задач о назначениях.

11.1 Поставить экономически, привести математическую модель минимаксной задачи о назначениях с пятью исполнителями и пятью работами. Получить оптимальное решение.

11.2 Поставить экономически, привести математическую модель максиминной задачи о назначениях с пятью исполнителями и пятью работами. Получить оптимальное решение. Можно использовать ту же матрицу затрат, что и в предыдущем пункте.

Лабораторная работа 12. Решение многокритериальной дискретной задачи.

12.1 Сформулировать экономически многокритериальную задачу с не менее, чем тремя частными критериями оптимальности на дискретном множестве, содержащем не менее 10 решений.

12.2 Найти все Парето-оптимальные и оптимальные по Слейтеру решения этой задачи.

12.3 Решить графически 3 двухкритериальные задачи, выбирая каждый раз в качестве частных критериев пару различных целевых функций. На графиках в пространстве критериев отобразить все векторные оценки, отметить среди них эффективные и слабо эффективные.

Лабораторная работа 13. Решение двухкритериальной задачи линейного программирования.

13.1 Привести экономическую постановку задачи и построить математическую модель задачи векторной оптимизации с двумя частными критериями оптимальности.

13.2 Найти все множество Парето-оптимальных решений. Для определения эффективных опорных решений использовать линейные свертки частных критериев оптимальности, выбирая необходимые для этого коэффициенты важности частных критериев. Полученные скалярные задачи решать с помощью диалоговой системы IBLP или Visual Simplex. Множество эффективных оенок изобразить графически в пространстве критериев. Множество эффективных решений представить параметрически.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лемешко, Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 167 с.: ISBN 978-5-7782-2198-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558878> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - Москва: Дашков и К, 2016. - 400 с. - ISBN 978-5-394-02610-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/557767> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Сигал, А. В. Теория игр и ее экономические приложения: учеб. пособие / А.В. Сигал. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 418 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5b4462825d3c38.99437329. - ISBN 978-5-16-014108-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967152> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/391871> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Новиков, А. И. Исследование операций в экономике: учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 352 с. - ISBN 978-5-394-03813-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081677> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека учебников [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://studentam.net> — Загл. с экрана. [Дата обращения: 10.04.2020]
2. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsl.ru> — Загл. с экрана. [Дата обращения: 10.04.2020]
3. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/> — Загл. с экрана. [Дата обращения: 10.04.2020]
4. Федеральный образовательный портал «Экономика, социология, менеджмент» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ecsocman.edu.ru — Загл. с экрана. [Дата обращения: 10.04.2020]
5. Официальный сайт журнала «Экономист». Электронный ресурс [Режим доступа]: www.economist.com.ru [Дата обращения: 10.04.2020]
6. Официальный сайт журнала «Эксперт». Электронный ресурс [Режим доступа]: www.expert.ru [Дата обращения: 10.04.2020]

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация программы предполагает наличие:

- аудиторий для лекционных и практических занятий с необходимым оборудованием;
- компьютерного класса, имеющего компьютеры, объединенные сетью с выходом в Интернет;
- лицензионного (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) и свободно распространяемого программного обеспечения.
- интернет браузеров (Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, Opera),
- свободного пакета офисных приложений Open Office.

В ходе проведения занятий рекомендуется использовать компьютерные иллюстрации для поддержки различных видов занятий, подготовленные с использованием Microsoft Office или других средств визуализации материала.

Доступ к электронным информационным ресурсам осуществляется в компьютерном классе и библиотеке филиала.

Специальные условия организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация обучения по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья при наличии таких обучающихся путем создания специальных условий для получения образования.

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утв. Минобрнауки РФ 08.04.2014 АК-44/05вн при изучении дисциплины предполагается использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

При освоении дисциплины используются различные сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций. Форма проведения промежуточной аттестации для обучающихся-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей. По личной просьбе обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, изложенной в форме письменного заявления, по дисциплине предусматриваются:

- замена устного ответа на письменный ответ при сдаче зачета или экзамена;
- увеличение продолжительности времени на подготовку к ответу на зачете или экзамене;
- при подведении результатов промежуточной аттестации студентов выставляется максимальное количество баллов за посещаемость аудиторных занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО/ОС ННГУ по направлению 09.03.03 Прикладная информатика (приказ №349-ОД от 21.06.2021).

Автор(ы): к.ф.-м.н., доцент Грезина А. В.

Рецензент:

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Дзержинского филиала ННГУ, протокол № 4 от 07.06.2021 года.