

**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 «30» ноября 2022 г. № 13)

**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: 2023

Квалификация

БАКАЛАВР

Форма обучения

ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Дзержинск
2022 г.

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.

Дисциплина предназначена для освоения.

- студентами очной формы обучения - в 4 семестре.
- студентами очно-заочной формы - в 4 семестре.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	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. Демонстрирует знание необходимых для осуществления профессиональной деятельности правовых норм.	Знать методы принятия оптимальных решений в задачах анализа и управления экономическими системами.	Собеседование, тестирование, контрольная работа
	УК-2.2. Демонстрирует умение определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, рационально планировать свою деятельность с учетом имеющихся ресурсов и существующих ограничений.	Уметь анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.	
	УК-2.3. Демонстрирует наличие практического опыта применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	Владеть методиками разработки целей и задач проекта; методами принятия оптимальных решений с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Демонстрирует знание основ высшей математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знать основы математики, вычислительной техники и программирования.	Тестирование, практическая работа, контрольная работа
	ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать 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.	
	ОПК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования экономических и управленческих систем.	
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с	ОПК-6.1. Демонстрирует знание основ 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.	Практическая работа, контрольная работа, отчет о выполнении лабораторных работ.

применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.2. Применяет 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.
	ОПК-6.3. Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	Владеть навыками построения математических моделей и анализа эффективности функционирования экономических и информационных систем.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):	82	52
- занятия лекционного типа	32	20
- лабораторные занятия	16	10
- занятия семинарского типа	32	20
- КСРИФ	2	2
самостоятельная работа	62	92
Промежуточная аттестация – экзамен	36	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														
	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	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	
1.Класические методы оптимизации	44	46		10	6		10	8		4	2		24	16		20	30	
2.Элементы теории игр	46	46		10	6		10	6		6	4		26	16		20	30	
3.Модели сетевого планирования и управления	52	50		12	8		12	6		6	4		30	18		22	32	
КСРИФ	2	2											2	2				
Промежуточная аттестация - экзамен	36	36																
Итого	180	180		32	20		32	20		16	10		82	52		62	92	

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.

Это 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, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности 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 несущественных 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.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы 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 и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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. Вопросы к экзамену по дисциплине Исследование операций и методы оптимизации

Вопросы	Код компетенции
1. Общая теория систем и системный анализ. Решаемые задачи и составные части.	УК-2
2. Классификация систем.	УК-2
3. Методы формализованного представления систем.	УК-2
4. Методы активизации использования интуиции специалистов.	УК-2
5. Постановка задачи математического программирования.	ОПК-6
6. Локальные и глобальные экстремумы функции.	ОПК-6
7. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Необходимые и достаточные условия.	ОПК-6
8. Необходимые условия локального безусловного экстремума.	ОПК-6
9. Достаточные условия локального безусловного экстремума.	ОПК-6
10. Метод множителей Лагранжа решения задачи определения условного экстремума функции.	ОПК-6
11. Необходимые условия локального условного экстремума.	ОПК-6
12. Достаточные условия локального условного экстремума.	ОПК-6
13. Задачи выпуклого программирования.	ОПК-6
14. Теорема Куна-Таккера о необходимых и достаточных условиях оптимального решения задачи выпуклого программирования.	ОПК-6
15. Решение задачи квадратичного программирования.	ОПК-6
16. Классификация задач дискретной оптимизации.	ОПК-6
17. Методы отсечений решения задач целочисленного линейного программирования.	ОПК-6
18. I алгоритм Гомори решения целочисленных задач линейного программирования.	ОПК-6
19. Теорема о правильном отсечении для задач целочисленного линейного программирования.	ОПК-6
20. Метод ветвей и границ решения задач дискретной оптимизации.	ОПК-6
21. Свойства релаксированных задач. Схемы релаксации в различных задачах дискретной оптимизации.	ОПК-6
22. Сравнение схем релаксации в задаче о многомерном ранце.	ОПК-6
23. Сравнение схем релаксации в задаче коммивояжера.	ОПК-6
24. Способы ветвления в различных задачах дискретной оптимизации.	ОПК-6
25. Решение задачи о ранце методом ветвей и границ.	ОПК-6
26. Решение многомерной задачи о ранце методом ветвей и границ.	ОПК-6
27. Задача коммивояжера. Математическая модель в форме задачи линейного программирования.	ОПК-6
28. Доказательство условия отсутствия подциклов в задаче коммивояжера.	ОПК-6
29. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.	ОПК-6
30. Решение общей задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.	ОПК-6
31. Задача о назначениях и ее математические свойства.	ОПК-6
32. Венгерский метод решения задачи о назначениях.	ОПК-6
33. Минимаксная задача о назначениях.	ОПК-6
34. Максиминная задача о назначениях.	ОПК-6
35. Постановка задачи многокритериальной оптимизации.	ОПК-1
36. Графическая интерпретация задачи многокритериальной оптимизации.	ОПК-1
37. Отношения предпочтения на множестве решений и оценок в задачах принятия решений.	ОПК-1
38. Понятие оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации. Решения, оптимальные по Парето и Слейтеру.	ОПК-1

39. Допустимые преобразования векторных критериев оптимальности.	ОПК-1
40. Нормировка частных критериев оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации.	ОПК-1
41. Скаляризация векторного критерия оптимальности.	ОПК-1
42. Виды обобщенных критериев оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации.	ОПК-1
43. Условие эффективности оптимального решения задачи оптимизации по обобщенному критерию оптимальности.	ОПК-1
44. Методы определения множества Парето-оптимальных решений задач векторной оптимизации.	ОПК-1
45. Способы определения частных решений задач векторной оптимизации.	ОПК-1
46. Алгоритм определения Парето-оптимальных решений двухкритериальных задач векторной оптимизации.	ОПК-1
47. Определение эффективных решений двухкритериальных задач линейного программирования.	ОПК-1
48. Определение эффективных решений двухкритериальных транспортных задач.	ОПК-1
49. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о назначениях.	ОПК-1
50. Определение эффективных решений двухкритериальных задач коммивояжера.	ОПК-1
51. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о ранце.	ОПК-1
52. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о многомерном ранце.	ОПК-1
53. Обзор и сравнительная характеристика количественных методов решения задач системного анализа.	УК-2

5.2.2. Типовые тестовые задания

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.

Тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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. $\bar{x}^* = \text{Arg max}(F_1(\bar{x}) / F_2(\bar{x}))$

Критерии оценки:

Оценка	Уровень подготовленности
Превосходно	96-100% правильных ответов
Отлично	86-95% правильных ответов
Очень хорошо	81-85% правильных ответов
Хорошо	66-80% правильных ответов
Удовлетворительно	56-65% правильных ответов
Неудовлетворительно	46-55% правильных ответов
Плохо	45% и меньше правильных ответов

5.2.3. Задания практических работ для оценки компетенции

Практическая работа 1 (ОПК-1)

Задание 1

Цех молокозавода М осуществляет сбыт готовой продукции четырем потребителям А,В,С,Д. Доставка ежедневно осуществляется одним транспортным средством. Определить оптимальный маршрут доставки продукции, требующий минимальных затрат, если путевые расходы на перемещение между пунктами задаются матрицей.

M	A	B	C	D	
M	-	6	2	4	3
A	7	-	5	3	5
B	3	5	-	3	2
C	5	2	3	-	4
D	4	5	2	4	-

Задание 2

Завод Красное Сормово получил заявки на строительство 5 судов. Затраты на строительство составляют 5, 4, 2, 5, 3 млрд. руб. соответственно, доход от строительства - 7, 6, 4, 4, 2 млрд.руб.

Какие заявки принять к исполнению, чтобы доход был возможно больший, а затраты не превосходили 15 млрд. руб.?

Задание 3

Время перестройки гибкого автоматизированного производства (ГАП)при переходе от изготовления партий изделий одного типа к другому задается матрицей:

-	7	5	4	3
6	-	5	7	4
5	4	-	6	8
4	6	5	-	6
5	7	4	2	-

Определить порядок обработки изделий, минимизирующий общее время перестройки ГАП. После завершения обработки последней партии деталей производство следует настроить на обработку исходной партии.

Задание 4

Вес каждого из шести контейнеров составляет соответственно 14,10,7,6,8,12 т., стоимость - 20,22,25,17,28,23 млн. руб. Отобрать для погрузки в самолет грузоподъемностью 40 т. контейнеры максимальной суммарной ценности.

Задание 5

На двух предприятиях отрасли необходимо изготовить 200 изделий некоторой продукции. Затраты, связанные с производством x_1 изделий на 1-м предприятии, составляют $4x_1^2$ руб., а затраты, обусловленные изготовлением x_2 изделий на 2-м предприятии, составляют $20x_2+6x_2^2$ руб. Найти план работы предприятий, чтобы общие затраты, обусловленные изготовлением необходимой продукции, были минимальными.

Практическая работа 2 (ОПК-6)

Задание 1. При составлении суточного рациона кормления скота можно использовать сено свежее (не более 50 кг) и силос (не более 85 кг). Рацион должен обладать определенной питательностью (число кормовых единиц не менее 30) и содержать питательные вещества: белок (не менее 1 кг), кальций (не менее 100 г) и фосфор (не менее 80 г). В табл. приведены данные о содержании указанных компонентов в 1 кг каждого продукта питания и стоимость этих продуктов.

Продукт	Количество кормовых единиц	Белок, г/кг	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Стоимость 1 кг, руб.
Сено свежее	0,5	40	1,25	2	1,2
Силос	0,5	10	2,5	1	0,8

Задание 2. Обработка деталей А и В может производиться на трех станках. Причем каждая деталь при ее изготовлении должна последовательно обрабатываться на каждом из станков. Прибыль от реализации детали А - 100 ден. ед., детали В - 160 ден. ед. Исходные данные приведены в табл. Определить производственную программу, максимизирующую прибыль при условии: спрос на деталь А не менее 300 шт., на деталь В - не более 200 шт.

Станок	Норма врем. на обраб. одной детали, ч		Время раб. станка, ч
	А	В	
1	0,2	0,1	100
2	0,2	0,5	180
3	0,1	0,2	100

Задание 3. Фирма выпускает изделия двух типов, А и В. При этом используется сырье четырех видов. Расход сырья каждого вида на изготовление единицы продукции заданы в табл.

Изделие	Сырье			
	1	2	3	4
А	2	1	0	2
В	3	0	1	1

Запасы сырья 1-го вида составляют 21 ед., 2-го вида – 4 ед., 3-го вида – 6 ед. и 4-го вида – 10 ед. Выпуск одного изделия типа А приносит доход 300 ден. ед., одного изделия типа В – 200 ден. ед. Составить план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход.

Критерии оценки выполнения практической работы

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся решил все задачи без ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся совершил одну или две незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся решил правильно только половину практического задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не решил практические задания.

5.2.4. Контрольные работы для оценки сформированности компетенции

Контрольная работа №1 (УК-2)

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

Контрольная работа №2 (ОПК-1)

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. 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

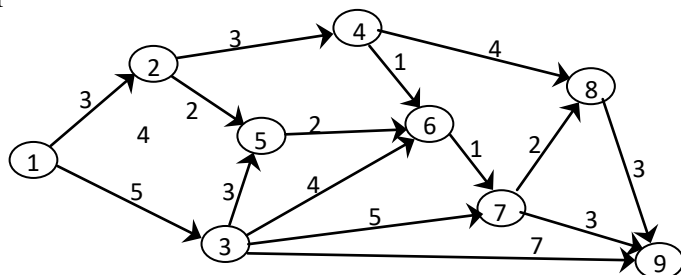
	S1	S2	S3	S4
A1	-20	60	30	-5
A2	40	50	35	0
A3	-50	100	45	-10
A4	12	15	15	10

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

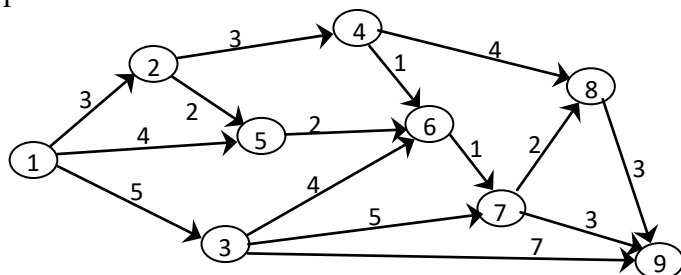
Контрольная работа №3 (ОПК-6)

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.

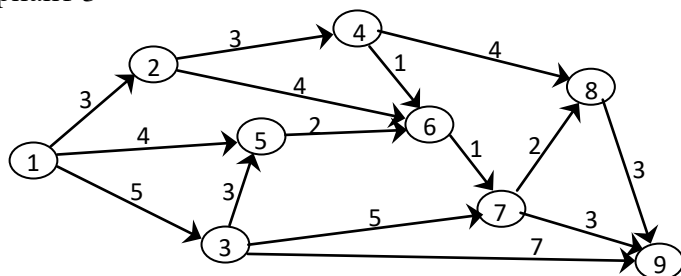
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Критерии оценки:

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
Превосходно	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного и дополнительного материала
Отлично	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного материала
Очень хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание материала, допущено не более 2 неточностей не принципиального характера
Хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, допущены неточности не принципиального характера, но обучающийся показывает систему знаний по теме своими ответами на поставленные вопросы
Удовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено более 50% поставленных задач), но обучающийся допускает ошибки, нарушена последовательность ответа, но в целом раскрывает содержание основного материала
Неудовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучающийся дает неверную информацию при ответе на поставленные задачи, допускает грубые ошибки при толковании материала, демонстрирует незнание основных терминов и понятий.
Плохо	Задание не выполнено, обучающийся демонстрирует полное незнание материала

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 оценок изобразить графически в пространстве критериев. Множество эффективных решений представить параметрически.

5.2.6. Контрольные вопросы для собеседования (формируемые компетенции УК-2)

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.

Критерии оценки собеседования:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полно, правильно излагает содержание вопроса, хорошо знает терминологию, полно отвечает на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» - хорошо знает основной материал, но отвечает сбивчиво, допускает неточности в терминологии и в ответе на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» - имеет только основы знаний, затрудняется отвечать на дополнительные и уточняющие вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» - имеет неполные знания основного материала, допускает грубые ошибки при ответе, отвечает на дополнительные вопросы не полно.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / под редакцией Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 438 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-9922-8. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/431708>. – Режим доступа: по подписке.
2. Методы оптимизации. Задачник: учебное пособие для вузов / В.В. Токарев, А.В. Соколов, Л.Г. Егорова, П.А. Мышкис. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 292 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-10417-2. - Текст : электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/456290>. - 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> – Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1. 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> – Режим доступа: по подписке.
2. Северцев Н.А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н.А. Северцев, А.Н. Катулев ; под редакцией П.С. Краснощекова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 319 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07581-6. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454393> – Режим доступа: по подписке.
3. Шиловская Н.А. Теория игр: учебник и практикум для вузов / Н.А. Шиловская. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 318 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8264-0. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451420> – Режим доступа: по подписке..

в) Интернет-ресурсы:

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

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.

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.э.н., доцент Маева Л.С.

Программа одобрена Методической комиссией Дзержинского филиала ННГУ
от 10.11.2022 года, протокол № 12