

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Павловский филиал ННГУ**

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума  
Ученого совета ННГУ  
протокол № 4 от 14.12.2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки / специальность

**09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

Направленность образовательной программы

**ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ**

Форма обучения

**ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ**

Павлово  
2022 год

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК  
\_\_ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК  
\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК  
\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК  
\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.12 «Исследование операций и методы оптимизации» относится к обязательной части Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» (квалификация (степень) «бакалавр»).

## 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	
<b>УК-2.</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<b>УК-2.1.</b> Демонстрирует знание необходимых для осуществления профессиональной деятельности правовых норм.	<u>Знать:</u> методы принятия оптимальных решений в задачах анализа и управления экономическими системами.	Собеседование, тестирование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	<b>УК-2.2.</b> Демонстрирует умение определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, рационально планировать свою деятельность с учетом имеющихся ресурсов и существующих ограничений.	<u>Уметь:</u> анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.	Собеседование, тестирование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	<b>УК-2.3.</b> Демонстрирует наличие практического опыта применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	<u>Владеть:</u> методиками разработки целей и задач проекта; методами принятия оптимальных решений с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
<b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Способен использовать знания основ высшей математики, физики, основ вычислительной техники и программирования.	<u>Знать:</u> основы математики, вычислительной техники и программирования.	Собеседование, тестирование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	<b>ОПК-1.2.</b> Способен решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования.	<u>Уметь:</u> решать задачи анализа экономических систем с применением естественнонаучных знаний, методов математического моделирования.	Собеседование, тестирование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	<b>ОПК-1.3.</b> Способен применять практический опыт теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<u>Владеть:</u> навыками теоретического и экспериментального исследования экономических и управленческих систем.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
<b>ОПК-6.</b> Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и ма-	<b>ОПК-6.1.</b> Способен использовать знания основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычис-	<u>Знать:</u> основы теории систем и системного анализа, методов оптимизации и исследования операций, экономико-математического моделирования.	Собеседование, отчет о выполнении лабораторных работ.

тематического моделирования	лений, математического и имитационного моделирования.		
	<b>ОПК-6.2.</b> Способен 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.	<u>Уметь:</u> 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.
	<b>ОПК-6.3.</b> Способен проводить инженерные расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	<u>Владеть:</u> навыками построения математических моделей и анализа эффективности функционирования экономических и информационных систем.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

Для очной формы обучения:

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	98
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	32
самостоятельная работа	46
Промежуточная аттестация - экзамен	36

Для очно-заочной формы обучения:

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	34
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	8
- занятия лабораторного типа	8
самостоятельная работа	110
Промежуточная аттестация - экзамен	36

#### 3.2. Содержание дисциплины

	Всего	в том числе	Самостоятельная работа обуча-
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	(часы)			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
Тема 1. Системный подход к задачам принятия решений	6	6		2	1		2	1					4	2		2	4	
Тема 2. Нелинейное программирование	30	30		6	3		6	2		6	2		18	7		12	28	
Тема 3. Дискретное программирование	70	70		16	8		16	4		18	5		50	17		20	52	
Тема 4. Многокритериальная оптимизация	36	36		8	4		8	1		8	1		24	6		12	26	
КСР	2	2											2	2				
Итого	180	180		32	16		32	8		32	8		98	34		46	110	

Занятия лабораторного и семинарского типа 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 решение прикладных задач. На проведение занятий лабораторного и семинарского типа в форме практической подготовки отводится 8 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- ✓ практических навыков в соответствии с профилем ОП:
  - сбор и анализ детальной информации для формализации предметной области проекта и требований пользователей заказчика, интервьюирование ключевых сотрудников заказчика;
  - моделирование прикладных и информационных процессов;
  - составление технико-экономического обоснования проектных решений и технического задания на разработку информационной системы;
- ✓ компетенций - ОПК-1, ОПК-6.

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.

#### 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, воспитыва-

ет целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навыки 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 трехкратный 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.

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

## 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
<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 небольшими недочетами, выполнены	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				четами.		все задания в полном объеме.	
<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	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
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»
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

Вопросы	Код формируемой 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 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  $\bar{x}' \neq x^*$ , 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**

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 ОПК-6

#### Задание 1

Цех молокозавода М осуществляет сбыт готовой продукции четырем потребителям А, В, С, D. 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

Емкость для химического электролиза должна иметь форму параллелепипеда с диагональю основания 5 дм. Боковые стенки емкости необходимо выложить плиткой специального состава, запасы которой составляют 70 дм<sup>2</sup>.

Определить размеры емкости наибольшего объема.

### Задание 5

Продукция из двух пунктов производства объемами 50 и 80 тонн поставляется к трем пунктам потребления с потребностями соответственно 60, 40, 30 тонн. Затраты горючего в литрах на перевозку одной тонны продукции от пунктов производства к пунктам потребления определяется матрицей

1	2	1
3	8	3

Затраты в рублях на оплату обслуживающего персонала по обеспечению перевозки одной тонны продукции задаются матрицей

2	3	1
5	3	6

Определить планы перевозок, эффективные по критериям затрат горючего и затрат на оплату перевозок.

## 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.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература**

1. Гагарина Л.Г. Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие / Л.Г. Гагарина, Е.В. Кокорева, Б.Д. Виснадул ; под ред. Л.Г. Гагариной. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИН-ФРА-М, 2017. — 400 с. — (Высшее образование). - (Доступно в ЭБС «Знаниум, режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/768473> )

2. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для академического бакалавриата / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 319 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: (Доступно в ЭБС «Юрайт, режим доступа: <https://urait.ru/bcode/441234> )

3. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 398 с - ISBN 978-5-394-02736-9. - Текст : электронный. - URL: (Доступно в ЭБС «Знаниум, режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1091193> )

**б) дополнительная литература**

1. Балдин, К. В. Математическое программирование / Балдин К.В., Брызгалов Н.А., Руко-суев А.В., - 2-е изд. - Москва : Дашков и К, 2018. - 218 с.: ISBN 978-5-394-01457-4. - Текст : электронный. - URL: (Доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/415097>)

2. Бабенышев С.В Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. (Доступно в ЭБС «Знаниум, режим доступа:<http://znanium.com/bookread2.php?book=912642>)

3. Гаврилов, М.В. Информатика и информационные технологии: учебник для прикладного бакалавриата / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 383 с. — (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-00814-2. (до-ступно в ЭБС «Юрайт», режим доступа: <https://urait.ru/bcode/399244> )



4. Громницкий В.С. Экономико-математическое моделирование. Учебно-методическое пособие. – Н.Новгород, ННГУ, Фонд электронных образовательных ресурсов, № 1568.17.07, 2017. – 114с. (Режим доступа [www.unn.ru/rus/books/resources.html](http://www.unn.ru/rus/books/resources.html))

5. Королев А.В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А.В. Королев – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 281 с. – (Доступно в ЭБС «Юрайт», режим доступа: <https://urait.ru/bcode/399313>)

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»: <http://znanium.com/>.
1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office
3. Правовая система «Консультант плюс»
4. Правовая система «Гарант».
5. Интернет браузеры (Mozilla Firefox, Google Chrome)
6. Диалоговая система решения и анализа задач линейного программирования IBLP.
7. Пакет прикладных программ Visual Simplex.
8. Пакет прикладных программ SimplexWin.

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет», экран, проектор для вывода мультимедиа материалов на экран, динамики для воспроизведения звука, доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

#### **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 экзамена;
- увеличение продолжительности времени на подготовку к ответу на экзамене;
- при подведении результатов промежуточной аттестации студентов выставляется максимальное количество баллов за посещаемость аудиторных занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», профиль «Прикладная информатика в экономике и управлении».

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Павловского филиала ННГУ протокол № 5 от 10.12.2021.