

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Арзамасский филиал

Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Исследование операций и методы оптимизаций

(наименование дисциплины)

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
09.03.03 Прикладная информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Системное и прикладное программирование

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
Очная/очно-заочная/заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала подготовки 2021

Арзамас
2023 год

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.12 «Исследование операций и методы оптимизаций» относится к обязательной части образовательной программы направления 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) Системное и прикладное программирование.

Дисциплина предназначена для освоения студентами очной/очно-заочной/заочной формы обучения в 4 семестре/5 семестре/4 семестре.

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 (дескрипторы компетенции) **	
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.	<i>Знать</i> виды информационной и инструментальной поддержки лица, принимающего решения (ЛПР); методы группового принятия решений; <i>Уметь</i> формулировать требования ЛПР к СППР; формализовать процесс обоснования и принятия решений; выбирать инструментарий для каждого этапа принятия решения; <i>Владеть</i> навыками формулирования требований к СППР, навыками разработки отдельных их элементов	<i>Тест</i>
	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.	<i>Знать</i> методы исполнения решений на различных этапах цикла принятия решений, возможности систем поддержки принятия решений (СППР); <i>Уметь</i> использовать инструментарий мониторинга исполнения решений; управлять рисками при проектировании и внедрении СППР, <i>Владеть</i> навыками использования инструментария мониторинга исполнения решений; управлять рисками при проектировании и внедрении СППР	<i>Учебно-исследовательские реферативные работы</i>
	УК-2.3. Демонстрирует наличие практического опыта применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> критерии выбора инструментов СППР; классификацию задач и условий принятия <i>Уметь</i> осуществлять выбор СППР, исходя из потребностей и возможностей предприятия и организации; использовать современные компьютерные техноло-	<i>Контрольные задания по теоретическим основам дисциплины</i>

		гии и пакеты прикладных программ для решения задач, связанных с принятием решений; решать типовые задачи <i>Владеть</i> навыками оценки вариантов последующих закупок ИКТ для внедрения и эксплуатации ИС	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные 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.	<i>Знать</i> основы теории систем и системного анализа, свойства систем и подсистем: целостность, сложность, связность, структура, организованность, разнообразие. <i>Уметь</i> применять принцип обратной связи, закон Шеннона-Эшби, принципы системности и комплексности, <i>Владеть</i> методами теории систем и системного анализа, техникой системного описания экономического анализа	<i>Тест</i>
	ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	<i>Знать</i> основные принципы моделирования, принципы разработки аналитических экономико-математических моделей. Использовать различные типы шкал. <i>Уметь</i> применять принцип моделирования, принципы разработки аналитических экономико-математических моделей. Использовать различные типы шкал. <i>Владеть</i> навыками использования принципов моделирования, принципов разработки аналитических экономико-математических моделей. Использовать различные типы шкал.	<i>Учебно-исследовательские реферативные работы</i>
	ОПК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> основы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. <i>Уметь</i> применять методы проведения сложных экспертиз с целью исследования структуры систем, анализа информационных ресурсов. <i>Владеть</i> методами проведения сложных экспертиз с целью исследования структуры систем, анализа информационных ресурсов.	<i>Контрольные задания по теоретическим основам дисциплины</i>
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	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.	<i>Знать</i> понятие «система», категории «фазовое пространство», «событие», «явление», «поведение», методы теории систем. Цель, содержание и результат системного анализа. Принципы системности и комплексности. Принцип моделирования. Типы шкал. <i>Уметь</i> применять знания основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оп-	<i>Тест</i>

		тимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. <i>Владеть</i> навыками применения знания основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного 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.	<i>Знать</i> основы методов организации сложных экспертиз с целью исследования структуры систем. Проведения анализа информационных ресурсов <i>Уметь</i> применять методы организации сложных экспертиз с целью исследования структуры систем. Проводить анализ информационных ресурсов <i>Владеть</i> навыками применения методов организации сложных экспертиз с целью исследования структуры систем. Проведения анализа информационных ресурсов	<i>Учебно-исследовательские реферативные работы</i>
	ОПК-6.3. Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	<i>Знать</i> основы инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий <i>Уметь</i> применять инженерные расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий <i>Владеть</i> методами системного анализа, методами математического моделирования, средствами представления данных	<i>Контрольные задания по теоретическим основам дисциплины</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Трудоемкость	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 з.е.	3 з.е	3 з.е
часов по учебному плану, из них	108	108	108
Контактная работа , в том числе: аудиторные занятия:			
– занятия лекционного типа	18	8	
– занятия семинарского типа	18	8	2
контроль самостоятельной работы	1	1	1
Промежуточная аттестация зачет			4
Самостоятельная работа	71	91	101

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов (Р) или тем (Т) дисциплины (модуля), Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них												Самостоятельная работа обучающегося, часы, в период						
				Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (в т.ч. текущий контроль успеваемости)						Контроль самостоятельной работы						промежуточной аттестации (контроля)			теоретического обучения		
					семинары, практические занятия			лабораторные работы														
	Очная	Очно-заочная	Заочная	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. Основные понятия и математическая модель операции	11	14	12	2	2		2	2										7	10	12		
Тема 2. Классические оптимизационные задачи	12	14	12	2	2		2	2	1									8	10	11		
Тема 3. Линейное программирование.	12	14	13	2	2		2	2	1									8	10	12		
Тема 4. Нелинейное программирование.	12	14	11	2	2		2	2										8	10	11		
Тема 5. Динамические программирование	12	10	11				2											8	10	11		
Тема 6. Многокритериальная оптимизация.	12	10	11	2			2											8	10	11		
Тема 7. Игры в нормальной форме	12	10	11	2			2											8	10	11		
Тема 8. Позиционные игры	12	10	11	2			2											8	10	11		
Тема 9. Теория массового обслуживания	12	11	11	2			2											8	11	11		
В том числе текущий контроль	1	1	1										1	1	1							
Зачет			4														4					
ИТОГО	108	108	108	18	8		18	8	6				1	1	1		4	71	91	101		

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является важнейшей составной частью учебного процесса и обязанностью каждого студента.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный управляемый курс <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8429>, созданный в системе электронного обучения ННГУ <https://e-learning.unn.ru/>.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине осуществляется в следующих видах: работа с основной и дополнительной литературой, выполнение заданий различных типов, составления тезисов литературных источников, подготовки рефератов, разработка проектных работ, подготовка презентаций.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.3.

Методические рекомендации к самостоятельной работе

Методические рекомендации по подготовке к занятиям семинарского типа

Подготовка к занятиям семинарского типа (практическим занятиям) – традиционная форма самостоятельной работы обучающихся, включает отработку лекционного материала, изучение рекомендованной литературы, конспектирование предложенных источников.

Подготовка к опросу, проводимому в рамках практического занятия, требует уяснения вопросов, вынесенных на конкретное занятие, подготовки выступлений, повторения основных терминов, запоминания формул и алгоритмов.

На практических занятиях рассматриваются наиболее важные, существенные, сложные вопросы, которые, как свидетельствует преподавательская практика, наиболее трудно усваиваются студентами. Готовиться к практическим занятиям необходимо заблаговременно.

Подготовка к семинарским (практическим) занятиям включает в себя:

- обязательное ознакомление с планом практического занятия, в котором содержатся основные вопросы, выносимые на обсуждение;
- изучение конспектов лекций, соответствующих разделов учебника, учебного пособия, содержания рекомендованных нормативных правовых актов;
- изучение дополнительной литературы по теме практического занятия с обязательным конспектированием материала, который понадобится при обсуждении на семинаре.

Помните, что необходимо:

- выписать основные термины и запомнить их дефиниции;
- записывать возникшие во время самостоятельной работы с учебниками и научной литературы вопросы, чтобы затем на семинаре получить на них ответы;
- иметь продуманные и аргументировано обоснованные формулировки собственной позиции по каждому вопросу плана практического занятия;
- обращаться за консультацией к преподавателю при возникновении затруднений в освоении материала практической работы.

Выступление на практических занятиях должно удовлетворять следующим требованиям: в выступлении излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным. Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы.

Большую помощь при подготовке к занятиям может оказать изучение публикаций в научных журналах, а также специальные Интернет-ресурсы по тематике дисциплины, указанные п. 6 настоящей рабочей программы дисциплины

Рекомендации для работы с основной и дополнительной литературой

Работа с литературой должна сопровождаться записями в форме конспекта, плана, тезисов. При этом важно не только привлечь более широкий круг литературы, но и суметь на ее основе разобраться в степени изученности темы. Стоит выявить дискуссионные вопросы, нерешенные проблемы, попытаться высказать свое отношение к ним. Привести и аргументировать свою точку зрения или отметить, какой из имеющихся в литературе точек зрения по данной проблематике придерживаетесь и почему.

По завершении изучения рекомендуемой литературы полезно проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов для самопроверки. Необходимо вести систематическую работу над литературными источниками. Необходимо изучать не только литературу, рекомендуемую в данных учебно-методических материалах, но и новые, важные издания по курсу, вышедшие в свет после публикации. При этом следует выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю.

Рекомендации для написания учебно-исследовательской реферативной работы

Учебно-исследовательская реферативная работа – изложение в письменном виде содержания научного труда (трудов), литературы по теме. Цель написания учебно-исследовательской реферативной работы – овладение навыками анализа и краткого изложения изученных материалов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к таким работам. Это самостоятельная работа студента, где раскрывается суть исследуемой проблемы, приводятся различные точки зрения, собственные взгляды на нее. Содержание работы должно быть логическим, изложение материала носит проблемно-тематический характер.

Примерный алгоритм действий при написании реферата:

1. Подберите и изучите основные источники по теме (как правило, при разработке реферата или доклада используется не менее 8-15 различных источников).
2. Составьте библиографию.
3. Разработайте план реферата или доклада исходя из имеющейся информации.
4. Обработайте и систематизируйте подобранную информацию по теме.
5. Отредактируйте текст реферата или доклад с использованием компьютерных технологий.
6. Подготовьте публичное выступление по материалам реферата или доклада, желательно подготовить презентацию, иллюстрирующую основные положения работы.

Критерии результатов работы для самопроверки:

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления реферата или доклада предъявляемым требованиям.

Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины по учебной и специальной литературе

Активизация учебной деятельности и индивидуализация обучения предполагает вынесение для самостоятельного изучения отдельных тем или вопросов. Выбор тем (вопросов) для самостоятельного изучения – одна из ключевых проблем педагога в организации эффективной работы обучающихся по овладению учебным материалом.

Особую роль самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) дисциплины играет для студентов заочной формы обучения.

При этом, как правило, основанием выбора является наилучшая обеспеченность литературой и учебно-методическими материалами по данной теме, ее обобщающий характер, сформированный на аудиторных занятиях алгоритм изучения. Обязательным условием результативности самостоятельного освоения темы (вопроса) является контроль выполнения задания.

Вопросы для самостоятельного изучения тем (вопросов) указаны в рабочей программе дисциплины (модуля)».

Результаты самостоятельного изучения вопросов, будут проверены преподавателем в форме: опросов, конспектов, рефератов, ответов на экзаменах.

Самостоятельное выполнение расчетных заданий

1. Внимательно прочитайте теоретический материал – конспект, составленный на лекционном занятии, материал учебника, пособия. Выпишите формулы из конспекта по изучаемой теме.

2. Обратите внимание, как использовались данные формулы при решении задач на занятии.

3. Решите предложенную задачу, используя выписанные формулы.

4. В случае необходимости воспользуйтесь справочными данными.

5. Проанализируйте полученный результат (проверьте размерности величин, правильность подстановки в формулы численных значений, правильность расчетов, правильность вывода неизвестной величины из формулы).

6. Решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями. Расчётные формулы приводите на отдельной строке, выделяя из текста, с указанием размерности величин. Формулы записывайте сначала в общем виде (буквенное выражение), затем подставляйте числовые значения без указания размерностей, после чего приведите конечный результат расчётной величины.

Показатели результатов работы для самопроверки:

- грамотная запись условия задачи и ее решения;
- грамотное использование формул;
- грамотное использование справочной литературы;
- точность и правильность расчетов;
- обоснование решения задачи.

Методические рекомендации

по подготовке к зачету

Зачет проводится в традиционной форме (ответ на вопросы, тестирование).

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь требованиями, конспектировать важные для решения учебных задач источники, обращаться к преподавателю за консультацией по неувоенным вопросам.

Для подготовки к сдаче зачета необходимо первоначально прочитать лекционный материал, а также соответствующие разделы рекомендуемых изданий. Лучшим вариантом является тот, при котором при подготовке используется несколько источников информации. Это способствует разностороннему восприятию каждой конкретной темы дисциплины.

В обобщённом варианте подготовка к сдаче зачета включает в себя:

- просмотр программы учебной дисциплины, перечня вопросов к зачету;
- подбор рекомендованных преподавателем источников (учебников, нормативных правовых актов, дополнительной литературы и т.д.),
- использование конспектов лекций, материалов занятий и их изучение;
- консультирование у преподавателя.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу

адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

В ходе промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется оценка сформированности компонентов компетенций (полнота знаний/ наличие умений/ навыков), т.е. результатов обучения, указанных в таблице п.2 настоящей рабочей программы, на основе оценки усвоения содержания дисциплины.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенции в ходе промежуточной аттестации по дисциплине проводится на основе учета текущей успеваемости в ходе освоения дисциплины и учета результата сдачи промежуточной аттестации.

Выявленные признаки несформированности компонентов (индикаторов) хотя бы одной компетенции не позволяют выставить интегрированную положительную оценку сформированности компетенций и освоения дисциплины на данном этапе обучения.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации, которая вносится в зачетно-экзаменационную ведомость по дисциплине и зачетную книжку студента, осуществляется по следующей оценочной шкале.

Шкала оценки сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Отлично	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Хорошо	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент готов самостоятельно решать только различные стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Удовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует в целом требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент способен решать лишь минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
Не зачтено	Неудовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций не соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

Шкала оценивания сформированности компетенции

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)				
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Знания	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых оши-	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. До-	Уровень знаний в объеме, соответствующем требованиям програм-

	ошибки.	бок.	пущено несколько негру- бых ошибок.	мы подготовки, без ошибок.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

5.2 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Критерии оценки тестирования

Оценка "отлично" - 85-100% правильных ответов;

Оценка "хорошо" 66-84 % правильных ответов;

Оценка "удовлетворительно" – 50-65 % правильных ответов;

Оценка "неудовлетворительно" - меньше 50 %.

Критерии оценки учебно-исследовательских реферативных работ

Оценка «отлично» – реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, в докладе отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов.

Оценка «хорошо» – реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (при докладе), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации.

Оценка «удовлетворительно» – реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы в докладе путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ.

Критерии оценки выполнения контрольных заданий по теоретическим основам дисциплины

Оценка «отлично» - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.

Оценка «хорошо» - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности при этом допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.

Оценка «неудовлетворительно» - Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

Критерии оценки выполнения практических контрольных заданий

Оценка «зачтено» - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности.

довательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

Оценка «не зачтено» - Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

Критерии устного ответа студента при опросе на зачёте

Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружались существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения и для контроля формирования компетенции

Примерные контрольные задания по теоретическим основам дисциплины для оценки сформированности компетенции УК 2

1. Что минимизируется в задаче линейного программирования (ЛП)?
2. Что определяет устойчивость решений ЛП?
3. Теневые цены в ЛП
4. Основным методом целочисленного программирования.
5. Переменные обратной задачи ЛП.
6. Область политопа задачи ЛП
7. Область полиэдра задачи ЛП.
8. Методы динамического программирования

для оценки сформированности компетенций ОПК 1

9. Метод определения оптимального решения транспортной задачи
10. Основной тип транспортной задачи
11. Итерации в решении транспортной задачи
12. Вид транспортной задачи с целочисленными значениями
13. Метод задачи нелинейного программирования
14. Уравнения задачи систем массового обслуживания (СМО)
15. Поток заявок в СМО
16. Характер процесса в СМО

для оценки сформированности компетенций ОПК 6

17. Игры с нулевой суммой выигрыша
18. Метод в случае игр в условиях неопределённости
19. Точка равновесия в паретпространстве решений
20. Смысл фазовой переменной
21. Траектория динамической системы, её топология

22. Принцип оптимальности Беллмана
23. Бесконечная оптимизация
24. Задача Бушоу
25. Алгоритмом целевого программирования
26. Алгоритмом нахождения минимального пути

Типовые практические контрольные задания по дисциплине для оценки сформированности компетенций УК 2

Матричные вычисления с помощью пакета Mathcad

Для выполнения этой работы необходимо написать программы решения СЛАУ, вычисления обратной матрицы и определителя матрицы на основе метода Гаусса. Для проверки работы программы использовать встроенные функции.

1. Вычислить матрицу $B = 11 \cdot A^{-1} + A$, где

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

2. Вычислить определитель матрицы B
для оценки сформированности компетенций ОПК 1
3. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} 7x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 15, \\ 5x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 15, \\ 10x_1 - 11x_2 + 5x_3 = 36. \end{cases}$$

Решение получить тремя способами: 1) $x = A^{-1} \cdot b$, где A – матрица системы, b – правая часть; 2) с помощью функции *find*; 3) с помощью функции *lsolve*.

4. Решить матричное уравнение

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 7 \\ 8 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

для оценки сформированности компетенций ОПК 6

5. **Задача.** Обувная фабрика специализируется по выпуску изделий трех видов: сапог, кроссовок и ботинок; при этом используется сырье трех типов: S_1, S_2, S_3 . Нормы расхода каждого из них на одну пару обуви и объем расхода сырья на 1 день заданы таблицей.

Вид сырья	Нормы расхода сырья на одну пару, усл.ед.			Расход сырья на один день, усл. ед.
	Сапоги	Кроссовки	Ботинки	
S1	5	3	4	2700
S2	2	1	1	1000
S3	3	2	2	1600

Найти ежедневный объем выпуска каждого вида обуви

Темы учебно-исследовательских реферативных работ для оценки сформированности компетенций УК 2

1. Численные методы нелинейного и динамического программирования.
2. Оптимизация управления, функция Понтрягина, задача Бушоу.
3. Игры в стандартной форме с полной и неполной памятью. Равномерно возмущённые игры.

для оценки сформированности компетенций ОПК 1

4. Процедура трассирования. Байесовский подход. Стратегии и векторы выигрышей.
5. Седловые очки в дифференциальных играх с подвижными концами: игры с многозначными платёжными функциями.
6. Многокритериальные дифференциальные и матричные игры. Компромисс стратегий.

для оценки сформированности компетенций ОПК 6

7. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Достаточные условия минимума в классическом вариационном исчислении.
8. Оптимальная стабилизация. Непрерывный фильтр Калмана.
9. Робастная оптимизация. Задача Булгакова о максимальном отклонении и вариационный критерий абсолютной устойчивости.

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций УК 2

1. В задаче линейного программирования (ЛП) минимизируется
 - а) вектор ограничений б) целевая функция
 - в) матрица ограничений г) теневые цены
2. Устойчивость решений ЛП определяет
 - а) симплекс множители б) целевая функция
 - в) область допустимых решений г) теневые цены
3. Теневые цены в ЛП определяют
 - а) единичную цену затрат б) устойчивость решения
 - в) границу решений г) вектор ограничений
4. Основным методом целочисленного программирования является метод
 - а) Лагранжа б) Гомори в) Куна-Таккера г) Коши
5. Переменные обратной задачи ЛП являются
 - а) независимые переменные б) вектор ограничений
 - в) целевые цены г) теневые цены
6. Основным методом ЛП является
 - а) симплекс метод б) минимакса
 - в) конечных групп г) геометрический метод
7. Областью политопа является область
 - а) замкнутая б) открытая
 - в) неограниченная г) ограниченная
8. Областью полиэдра является область
 - а) замкнутая б) открытая
 - в) неограниченная г) ограниченная
9. Основным методом динамического программирования является метод
 - а) Гомори б) Беллмана
 - в) Лагранжа г) Коши
10. Основным методом оптимизации управления является метод
 - а) Понтрягина б) Колмогорова
 - в) Бушоу г) Нэша
11. Методом определения начального решения транспортной задачи является метод
 - а) юго-восточного угла б) северо-западного угла

- в) потенциалов г) минимакса
12. Методом определения оптимального решения транспортной задачи является метод
а) юго-восточного угла б) северо-западного угла
в) потенциалов г) минимакса
13. Основной тип транспортной задачи характеризуется как
а) неограниченный б) ограниченный
в) открытый г) закрытый
14. Итерации в решении транспортной задачи определяются
а) циклом пересчета б) условиями ограничений
в) матрицей потенциалов г) начальными условиями

для оценки сформированности компетенций ОПК 1

15. Вид транспортной задачи с целочисленными значениями является методом
а) оптимизации пути б) распределения ресурсов
в) назначений г) коммивояжёра
16. Метод задачи нелинейного программирования является методом
а) Лагранжа б) потенциала
в) Коши г) Беллмана
17. Численный метод задачи нелинейного программирования является методом
а) Понтрягина б) Ньютона
в) Рунге-Кутты г) потенциалов.
18. Метод ЛП для большемерных задач является методом
а) Пути б) Шильникова
в) Гамильтона г) Кармаркара
19. Уравнения задачи систем массового обслуживания (СМО) являются уравнениями
а) Грамма б) Гамильтона
в) Литтла г) Колмогорова
20. Поток заявок в СМО имеет характер
а) стационарный б) марковский
в) пуассоновский г) эргодический
21. Характер процесса в СМО будет
а) марковским б) стационарным
в) пуассоновским г) эргодическим
22. Игры с нулевой суммой выигрыша являются
а) дифференциальными б) антагонистическими
в) кооперативными г) позиционными
23. Игры непрерывного принятия решений являются
а) дифференциальными б) антагонистическими
в) кооперативными г) позиционными
24. Метод в случае игр в условиях неопределённости является методом
а) Байеса б) Нэша
в) Маркова г) Гурвица
25. Точка равновесия в паретпространстве решений является точкой
а) Байеса б) Нэша
в) Маркова г) Гурвица
26. Смысл фазовой переменной заключается
а) в описании состояния б) в фиксировании функции управления
в) в целевом задании г) в величине оптимального поведения
27. Траектория системы является
а) состоянием системы б) функцией управления
в) целевым заданием г) конкретной динамикой системы
28. Характерной чертой оптимальной траектории является
а) наименьшее расстояние фазового пути б) минимизация целевого функционала
в) максимизация целевого функционала г) характеристика целевой функции

29 Принцип оптимальности Беллмана заключается

- а) в минимизации целевой функции б) в минимизации целевого функционала
- в) в независимости оптимизации от предыдущих шагов г) в максимизации целевой функции

для оценки сформированности компетенций ОПК 6

30 Бесконечная оптимизация определяется

- а) бесконечно мерным пространством Гильберта б) евклидовым пространством векторов состояний
- в) топологическим пространством г) линейным топологическим пространством.

31 Бесконечномерный оптимум определяется

- а) функцией Грина б) алгоритмом Беллмана
- в) функцией Понтрягина г) целевой функцией.

32 Синтез в задачи бесконечномерной оптимизации заключается

- а) в нахождении решения б) в определении условий оптимальности
- в) в исключении временной переменной г) в определении границ допустимых решений.

33. Задача Бушоу является

- а) задачей НЛП б) общей задачей оптимизации
- в) задачей ЛП г) задачей быстрогодействия.

34. Задача бесконфликтности работы сложных систем решается с помощью

- а) оснащённых графов б) сетей Петри
- в) сетевого планирования г) циклических графов.

35. Сети Петри являются

- а) оснащённым графом б) двудольным графом
- в) сетью г) циклическим графом.

36 Задача сетевого моделирования заключается

- а) в оптимальности распределения ресурсов б) в нахождении циклов
- в) в нахождении допустимого решения г) в нахождении минимального пути в графе.

37. Алгоритмом нахождения минимального пути является алгоритм

- а) Нэша б) Флойда
- в) Беллмана г) Эйлера.

38. Алгоритмом целевого программирования является

- а) метод Нэша б) метод наименьших квадратов
- в) метод весовых коэффициентов г) метод наискорейшего спуска

39. Метод приоритетов относится

- а) к целевому программированию б) к ЛП
- в) к НЛП г) к динамическому программированию

40. Алгоритм Беллмана относится

- а) к целевому программированию б) к целочисленному программированию
- в) к НЛП г) к динамическому программированию

41. Метод сечений Гомори относится

- а) к целевому программированию б) к целочисленному программированию
- в) к НЛП г) к динамическому программированию

42. Чистая стратегия со смешанной стратегией в условиях игры с природой отличается

ся

- а) полностью б) частично
- в) не отличается г) зависит от конкретной задачи

43. Отправным пунктом при нахождении коалиционного решения в неантагонистиче-

ских играх является

- а) точка Нэша б) точка угрозы
- в) область допустимых решений г) зависит от конкретной задачи

44 Стратегии выбираются независимо от выбора игроков а играх

- а) позиционных б) коалиционных

- в) матричных играх г) зависит от конкретной задачи
 45. Чтобы выполнялся принцип минимакса, матрица бесконечной игры должна быть
 а) абсолютно сходящейся б) условно сходящейся
 в) кососимметричной г) симметричной

Тест рассчитан на 45 мин.

При весе любого задания в 3б. 1 ошибка в нем – 2б, более ошибок – 0б

Тестовый балл	Шкалировочный балл	Оценка
90 – 77	100 - 85	5
76 – 60	84 - 66	4
59 – 45	65 - 50	3
44 и ниже	меньше 50 %	2

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (к зачету)

№	Вопрос	Код формируемой компетенции
1.	Что минимизируется в задаче линейного программирования (ЛП) ?	УК-2
2.	Что определяет устойчивость решений ЛП?	ОПК-1
3.	Теневые цены в ЛП	ОПК-6
4.	Основным методом целочисленного программирования.	УК-2
5.	Переменные обратной задачи ЛП.	ОПК-1
6.	Область политопа задачи ЛП	ОПК-6
7.	Область полиэдра задачи ЛП	УК-2
8.	Методы динамического программирования	ОПК-1
9.	Метод определения оптимального решения транспортной задачи	ОПК-6
10.	Основной тип транспортной задачи	УК-2
11.	Итерации в решении транспортной задачи	ОПК-1
12.	Вид транспортной задачи с целочисленными значениями	ОПК-6
13.	Метод задачи нелинейного программирования	УК-2
14.	Уравнения задачи систем массового обслуживания (СМО)	ОПК-1
15.	Поток заявок в СМО	ОПК-6
16.	Характер процесса в СМО	УК-2
17.	Игры с нулевой суммой выигрыша	ОПК-1
18.	Метод в случае игр в условиях неопределённости	ОПК-6
19.	Точка равновесия в паретпространстве решений	УК-2
20.	Смысл фазовой переменной	ОПК-1
21.	Траектория динамической системы, её топология	ОПК-6
22.	Принцип оптимальности Беллмана	УК-2
23.	Бесконечная оптимизация	ОПК-1
24.	Задача Бушоу	ОПК-6
25.	Алгоритм целевого программирования	УК-2
26.	Алгоритм нахождения минимального пути	ОПК-1

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. **Шапкин А.С.** Математические методы и модели исследования операций / Шапкин А.С., Шапкин В.А. - М.: Дашков и К, 2016. – 400 с. – ЭБС Znanium.com: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557767>
2. **Кузнецов В.А.** Кузнецов В.А., Черепашин А.А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: Учебник для студентов высших учебных заведений / В.А. Кузнецов, А.А. Черепашин. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. — 256 с. – ЭБС Znanium.com: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=636142>
3. Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / под ред. Н.Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 438 с. – ЭБС «Юрайт»: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <https://urait.ru/book/issledovanie-operaci-v-ekonomike-412529>

б) дополнительная литература:

1. **Шиловская Н.А.** Теория игр: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н. А. Шиловская. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 318 с. – ЭБС Znanium.com: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <https://urait.ru/book/teoriya-igr-414156>
2. **Дорогов В.Г.** Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с. – ЭБС Znanium.com: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=241287>
3. **Демидова Л.А.** Принятие решений в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 290 с. – ЭБС «Консультант студента»: [Электронный ресурс]. – Адрес доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202244.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.
Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;
программное обеспечение Yandex Browser;
программное обеспечение Paint.NET;

программное обеспечение 1С:

- * "Бухгалтерия предприятия", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/buhv8/> ,
- * "Управление торговлей", редакция 11.1, см. <http://v8.1c.ru/trade/> ,
- * "Зарплата и управление персоналом", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/hrm/> ,
- * "Управление небольшой фирмой", редакция 1.5, см. <http://v8.1c.ru/small.biz/> ,

* "ERP Управление предприятием 2.0", см. <http://v8.1c.ru/erp/> .

* "Бухгалтерия государственного учреждения", редакция 1.0, см. <http://v8.1c.ru/stateacc/> ,

* "Зарплата и кадры государственного учреждения", редакция 1.0, <http://v8.1c.ru/statehrm/> .

программное обеспечение PascalABC.NET

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского» <https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации» <https://online.edu.ru/public/promo>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: ноутбук, проектор, экран.

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

Программа дисциплины **Исследование операций и методы оптимизации** составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования (ОС ННГУ) по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата) (приказ ННГУ от 17.05.2023 года № 06.49-04-0214/23)

Автор(ы):

к.п.н., доцент

Статуев А.А.

Володин А.М.

Рецензент (ы):

д.т.н., профессор

Ямпурин Н.П.

Кафедра математики, физики и информатики

д.п.н., доцент

Фролов И.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 24.05.2023 года, протокол № 5

Председатель МК

к.п.н., доцент

факультета естественных и математических наук

Володин А.М.

П.6. а) СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой

Федосеева Т.А.