

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Богдалова Елена Вячеславовна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 07.08.2025 13:42:28  
Уникальный программный ключ:  
ec85dd5a839619d48ea76b2d23dba88a9c82091a

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение инклюзивного высшего образования  
**«Московский государственный  
гуманитарно-экономический университет»  
(ФГБОУ ИВО «МГГЭУ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Б1.О.09 Исследование операций

наименование дисциплины


09.03.03 «Прикладная информатика»

шифр и наименование направления подготовки

Цифровая трансформация  
направленность (профиль)

Москва 2023


Разработчик:  
МГГЭУ, старший преподаватель кафедры информационных технологий и кибербезопасности  
место работы, занимаемая должность


 Литвин О.Н. «31» 03 2023 г.  
подпись Ф.И.О. Дата

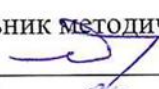
Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Информационных технологий и кибербезопасности  
(протокол № 9 от «03» 04 2023 г.)

на заседании Учебно-методического совета МГГЭУ  
(протокол № 3 от «26» 04 2023 г.)

Согласовано:  
Представитель работодателя  
или объединения работодателей

  
Р.В. Ружников Ф.И.О.  
Д.А. Ружников «Директор» «Информационные технологии»  
(должность, место работы) №-342  
«05» 04 2023 г.

Начальник учебно-методического управления  
 И.Г. Дмитриева  
«26» 04 2023 г.

Начальник методического отдела  
 Д.Е. Гапеев  
«26» 04 2023 г.

Декан факультета ЦТК  
 А.Н. Руднев  
«26» 04 2023 г.

## Содержание

- 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
- 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
- 3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**
- 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**
- 5. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Исследование операций»

Оценочные средства составляются в соответствии с рабочей программой дисциплины и представляют собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.), предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов обучения.

Оценочные средства используются при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Таблица 1 - Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код компетенции	Наименование результата обучения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационнотехнические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
	ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений в области профессиональной деятельности. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.

Конечными результатами освоения дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование дескрипторов происходит в течение всего семестра по

этапам в рамках контактной работы, включающей различные виды занятий и самостоятельной работы, с применением различных форм и методов обучения (табл.2).

Таблица 2 - Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины:

Код компетенции	Уровень освоения компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Вид учебных занятий <sup>1</sup> , работы, формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенций <sup>2</sup>	Контролируемые разделы и темы дисциплины <sup>3</sup>	Оценочные средства, используемые для оценки уровня сформированности компетенции <sup>4</sup>
ОПК-1		<i>Знает</i>			
	Недостаточный уровень	ОПК-1. Студент не способен применять естественнонаучные знания. Не знает основы математики, основы исследования операций.	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	1. Введение. Основные задачи исследования операций. 2. Модели линейного программирования. 3. Транспортные задачи. 4. Модели нелинейного и динамического программирования. 5. Элементы теории массового обслуживания.	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

<sup>1</sup> Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа...

<sup>2</sup> Необходимо указать активные и интерактивные методы обучения (например, интерактивная лекция, работа в малых группах, методы мозгового штурма и т.д.), способствующие развитию у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

<sup>3</sup> Наименование темы (раздела) берется из рабочей программы дисциплины.

<sup>4</sup> Оценочное средство должно выбираться с учетом запланированных результатов освоения дисциплины, например:

«Знать» – собеседование, коллоквиум, тест...

«Уметь», «Владеть» – индивидуальный или групповой проект, кейс-задача, деловая (ролевая)

игра, портфолио...

Базовый уровень	ОПК-1.1. Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет несистематизированные знания об основах математики, исследовании операций.	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
-----------------	---	---	--	---

			обслуживания.	
Средний уровень	ОПК-1.1. Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основы исследования операция и математики.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
Высокий уровень	ОПК-1.1. Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Знает основы исследования операция и математики.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

	<i>Умеет</i>			
Базовый уровень	ОПК-1.2. Студент испытывает затруднения в ходе решения стандартных профессиональных задач с применением естественнонаучных знаний.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

Средний уровень	ОПК-1.2. Студент умеет по образцу решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
Высокий уровень	ОПК-1.2. Студент умеет анализировать элементы, устанавливать связи между ними. Умеет самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

	<i>Владеет</i>			
Базовый уровень	ОПК-1.3. Студент владеет основными навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, но допускает ошибки.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

Средний уровень	ОПК-1.3. Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет основными навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
-----------------	--	--	--	---

	Высокий уровень	ОПК-2.3. Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
ОПК-6		Знает			
	Недостаточный уровень	ОПК-6. Студент не способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования. Не знает основы теории систем и	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.

		системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций.			
--	--	--	--	--	--

Базовый уровень	ОПК-6.1. Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет несистематизированные знания об основах теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций.	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
Средний уровень	ОПК-6.1. Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2 Модели линейного программирования.</li> <li>3 Транспортные задачи.</li> <li>4 Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5 Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
Высокий уровень	ОПК-6.1. Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2 Модели линейного</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое

		<p>материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций.</p>	<p>интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.</p>	<p>программирования. 3 Транспортные задачи. 4 Модели нелинейного и динамического программирования. 5 Элементы теории массового обслуживания.</p>	<p>задание, контрольная работа.</p>
		<i>Умеет</i>			
Базовый уровень	ОПК-6.2. Студент испытывает затруднения в ходе решения стандартных профессиональных задач с применением основных теорем и формул математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов.	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.</p>	<p>1. Введение. Основные задачи исследования операций. 2. Модели линейного программирования. 3. Транспортные задачи. 4. Модели нелинейного и динамического программирования. 5. Элементы теории массового обслуживания.</p>	<p>Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.</p>	
Средний уровень	ОПК-6.2. Студент умеет по образцу решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний. Умеет использовать основные теоремы и	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка</p>	<p>1. Введение. Основные задачи исследования операций. 2. Модели линейного программирования. 3. Транспортные задачи. 4. Модели нелинейного и</p>	<p>Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.</p>	

		<p>формулы математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов.</p>	<p>и сдача промежуточной аттестации.</p>	<p>динамического программирования. 5. Элементы теории массового обслуживания.</p>	
<p>Высокий уровень</p>	<p>ОПК-6.2. Студент умеет самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний. Умеет использовать основные теоремы и формулы математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов.</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.</p>	<p>1. Введение. Основные задачи исследования операций. 2. Модели линейного программирования. 3. Транспортные задачи. 4. Модели нелинейного и динамического программирования. 5. Элементы теории массового обслуживания.</p>	<p>Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.</p>	
	<p><i>Владеет</i></p>				

Базовый уровень	ОПК-6.3. Студент владеет основными навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий, но допускает ошибки.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
-----------------	---	--	--	---

Средний уровень	ОПК-6.3. Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
-----------------	---	--	--	---

Высокий уровень	ОПК-6.3. Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Основные задачи исследования операций.</li> <li>2. Модели линейного программирования.</li> <li>3. Транспортные задачи.</li> <li>4. Модели нелинейного и динамического программирования.</li> <li>5. Элементы теории массового обслуживания.</li> </ol>	Текущий контроль – опрос, коллоквиум, расчетно-графическое задание, контрольная работа.
-----------------	--	--	--	---

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>5</sup>

Таблица 3

№	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

<sup>5</sup> Указываются оценочные средства, применяемые в ходе реализации рабочей программы данной дисциплины.

4.	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки обучающегося по учебной дисциплине и определить уровень освоения компетенций.	Вопросы к зачету
----	-------	--	------------------

### **3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Оценивание результатов обучения по дисциплине «Математика» осуществляется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль (осуществление контроля всех видов аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины) и промежуточная аттестация (оценивается уровень и качество подготовки по дисциплине в целом). Показатели и критерии оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения данной дисциплины, описаны в табл. 4.

Таблица 4.

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК-1		Знает	
	Недостаточный уровень Оценка «незачтено»	ОПК-1.1.	<i>Не знает значительной части материала курса, не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины.</i>
	Базовый уровень Оценка «зачтено».	ОПК-1.1.	<i>Знает не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения в его применении.</i>
	Средний уровень Оценка «зачтено».	ОПК-1.1.	<i>Знает основную часть материала курса, способен применить изученный материал на практике, испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
	Высокий уровень Оценка «зачтено».	ОПК-1.1.	<i>Показывает глубокое знание и понимание материала, способен применить изученный материал на практике.</i>
		Умеет	
	Базовый уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет воспроизвести не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения при решении практических задач.</i>
	Средний уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
	Высокий уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, показывает глубокое знание и понимание материала, способен решить задачу при изменении формулировки.</i>
		Владеет	
Базовый уровень	ОПК-1.3.	<i>Студент владеет основными навыками теоретического и практического применения методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа. Имеет несистематизированные знания основных разделов дисциплины.</i>	

Средний уровень	ОПК-1.3.	<i>Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет навыками теоретического и практического применения методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа. Испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
Высокий уровень	ОПК-1.3.	<i>Свободно владеет навыками теоретического и практического применения</i>

			<i>методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа, показывает глубокое знание и понимание изученного материала. Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности.</i>
ОПК-6		Знает	
	Недостаточный уровень Оценка «незачтено».	ОПК-6.1.	<i>Не знает значительной части материала курса, не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины.</i>
	Базовый уровень Оценка «зачтено».	ОПК-6.1.	<i>Знает не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения в его применении.</i>
	Средний уровень Оценка «зачтено».	ОПК-6.1.	<i>Знает основную часть материала курса, способен применить изученный материал на практике, испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
	Высокий уровень Оценка «зачтено».	ОПК-6.1.	<i>Показывает глубокое знание и понимание материала, способен применить изученный материал на практике.</i>
		Умеет	
	Базовый уровень	ОПК-6.2.	<i>Умеет воспроизвести не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения при решении практических задач.</i>
	Средний уровень	ОПК-6.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
Высокий уровень	ОПК-6.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, показывает глубокое знание и понимание материала, способен решить задачу при изменении формулировки.</i>	

	Владеет	
Базовый уровень	<i>ОПК-6.3.</i>	<i>Студент владеет основными навыками теоретического и практического применения методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа. Имеет несистематизированные знания основных разделов дисциплины.</i>
Средний уровень	<i>ОПК-6.3.</i>	<i>Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет навыками теоретического и практического применения методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа. Испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
Высокий уровень	<i>ОПК-6.3.</i>	<i>Свободно владеет навыками теоретического и практического применения методов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа, показывает глубокое знание и понимание изученного материала. Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности.</i>

## **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения**

### **Задания в форме опроса:**

Опрос используется для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине в качестве проверки результатов освоения материала. Каждому студенту выдается свой собственный, узко сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия. В своем ответе студент должен показать умения проследивать причинно-следственные связи и навыки рассуждений и доказательства.

## **5. Материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **Задания в форме опроса**

#### **Раздел 1. Введение. Основные задачи исследования операций.**

- 1) Предмет исследования операций.
- 2) Основные понятия и методы.
- 3) Классификация задач исследования операций.
- 4) Математическая модель задачи исследования операций.

#### **Раздел 2. Модели линейного программирования.**

- 1) Экономико-математическая модель задачи ЛП.
- 2) Каноническая и стандартная форма задачи линейного программирования. Целевая функция, область допустимых решений, критерии эффективности.
- 3) Задача об использовании ресурсов, задача о загрузке оборудования.
- 4) Элементы теории выпуклых множеств в  $n$ -мерном пространстве. Общий вид допустимой области. Базисные решения систем.
- 5) Опорные решения, линия уровня целевой функции. Графическая интерпретация решения задачи с двумя переменными.
- 6) Общие свойства решений задач ЛП. Теоремы об угловых точках.
- 7) Анализ на чувствительность, границы роста переменных.
- 8) Преобразование целевой функции. Критерии оптимальности в ЗЛП при определении максимума/минимума целевой функции.
- 9) Симплексный метод. Вырожденные решения.
- 10) Условия единственности решения. Модели целочисленного программирования.

### **Раздел 3. Транспортные задачи.**

- 1) Постановка задачи, матрица затрат, целевая функция. Открытая и закрытая модель транспортной задачи. Задача о назначениях.
- 2) Структура матрицы системы ограничений.
- 3) Особенности системы ограничений.
- 4) Теорема о ранге. Начальные опорные решения. Метод «северо-западного» угла и минимальной стоимости.
- 5) Критерии оптимальности базисного распределения поставок. Экономический смысл оценок клеток.
- 6) Построение циклов в матрице поставок. Метод потенциалов.
- 7) Транспортная сеть. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность.
- 8) Применение теории двойственности ЗЛП.
- 9) Венгерский метод решения транспортной задачи.
- 10) Нахождение кратчайшего маршрута.

### **Раздел 4. Модели нелинейного и динамического программирования.**

- 1) Постановка задачи нелинейного программирования.
- 2) Производственная функция. Локальный, глобальный и условный экстремум. Необходимые и достаточные условия экстремума.
- 3) Уравнения связи, функция Лагранжа.
- 4) Выпуклые функции, их свойства. Производная по данному направлению и градиент.
- 5) Критерий Сильвестра. Экстремальные свойства решений задач ВП. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Градиентные методы.
- 6) Задача параметрического программирования.
- 7) Многошаговые операции. Задача оптимального управления.
- 8) Рекуррентные соотношения. Уравнения Беллмана. Условная оптимизация.
- 9) Распределение инвестиций между предприятиями.
- 10) Задача о замене оборудования

### **Раздел 5. Элементы теории массового обслуживания 1)**

Процессы обслуживания. Показатели эффективности.

- 2) Классификация СМО.
- 3) Процессы с дискретным и непрерывным состоянием.
- 4) Потоки событий.
- 5) Условие стационарности потока.
- 6) Граф случайного процесса.
- 7) Предельные вероятности состояний.
- 8) Одноканальные и многоканальные системы.
- 9) СМО с отказами и с ожиданием. 10) Процессы гибели и размножения.

Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6.

Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.

### Расчетно-графическое задание

**Задание 1.** Провести две итерации методом наискорейшего спуска в задаче нелинейного программирования без ограничений. Начиная из исходной точки  $X_0 = (x_1^0, x_2^0) = (0,1)$  и находя одномерные минимумы на каждой итерации аналитически, используя необходимое условие существования экстремума. Показать на графике направления спуска и последовательные приближения к точке минимума. Вычислить значение целевой функции в исходной точке и последующих приближениях.

1)  $f(x_1, x_2) = 4x_1^2 + x_2^2 - 4x_1 - 2x_2$  (min) ;

2)  $f(x_1, x_2) = 2x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_1 - 2x_2$  (min) ;

3)  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 6x_1 - 4x_2 + 20$  (min) ; 4)

$f(x_1, x_2) = 10x_1 + 10x_2 - 5x_1^2$  (max) ;

5)  $f(x_1, x_2) = 5x_1 + 5x_2 - x_1^2 - x_2^2$  (max) ;

6)  $f(x_1, x_2) = 4x_1 + 6x_2 - x_1^2 - 13$  (max) ;

7)  $f(x_1, x_2) = 5x_1 + 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$  (max) ;

8)  $f(x_1, x_2) = -6x_1 + 2x_1^2 + 2x_2^2$  (min) ;

**Задание 2.** Дана задача с нелинейной целевой функцией и линейной системой ограничений.

Используя графический метод, найти глобальные экстремумы функции

$$L = (x_1 + a)^2 + (x_2 + b)^2$$

при ограничениях:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1;$$

$$\{ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2;$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

Значения коэффициентов целевой функции и системы ограничений:

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметры										
$a$	-5	-6	-1	-2	-3	-1	-3	-2	-2	1
$b$	-4	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-6	-2	-1
$a_{11}$	5	2	5	2	3	3	3	3	6	6
$a_{12}$	-4	5	-4	5	8	5	8	5	7	7
$b_1$	-20	20	-20	20	24	15	24	15	42	42
$a_{21}$	3	2	3	2	4	5	4	5	3	3
$a_{22}$	2	1	2	1	7	3	7	3	-2	-2
$b_2$	30	10	30	10	28	15	28	15	-6	-6

**Задание 3.** Двум предприятиям на пять лет выделены средства в количестве  $a=2000$  ден. ед. Известно, что доход от  $x$  единиц на первом предприятии равен  $f_1(x)=5x$ , от  $y$  ден. единиц на втором предприятии –  $f_2(y)=6y$  ден. единиц. К концу года остаток средств равен соответственно  $q_1(x)=0,8x$ ,  $q_2(y)=0,3y$ . Как распределить средства между предприятиями, чтобы общий доход был наибольшим? Решить задачу методом динамического программирования.

**Задание 4.**

1) Найти нижнюю цену антагонистической игры с функцией выигрыша  $W_A(x, y) = x - 2xy + y$ ,  $(x, y) \in [0,1] \times [0,1]$ .

2) Найти наилучший гарантированный результат для игрока 2 в антагонистической игре, заданной на квадрате  $[-1,1] \times [-1,1]$ ;  $W_A(x, y) = 2x^2 - y$ .

3) Найти верхнюю цену антагонистической игры с функцией выигрыша  $W_A(x, y) = (2x - y)^2$ ,  $(x, y) \in [0,1] \times [0,1]$ .

4) Найти наилучший гарантированный результат для игрока 1 в антагонистической игре, заданной на квадрате  $[-1,1] \times [-1,1]$ ;  $W_A(x, y) = (y - x)^2$ .

**Задание 5.**

Найти графически решение задачи выпуклого программирования. Составить функцию Лагранжа и найти ее седловую точку.

$$Z(x_1, x_2) = 2 - x_1^2 - 2x_2^2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} x_2 \leq 4 - x_1^2; \\ x_1 + x_2 \geq 1; \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 1. \end{cases}$$

**Задание 6.**

Задачи выпуклого программирования решить методом кусочно-линейной аппроксимации.

$$1) Z(x_1, x_2) = (x_1 - 3)^2 + 2(x_2 - 2)^2 \rightarrow \min ;$$

$$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 &\leq 16; \\ \{3x_1 + x_2 &\leq 15; \\ x_1 &\geq 0; x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

$$2) Z(x_1, x_2) = x_2 - x_1^2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{aligned} 2x_1 + 3x_2^2 &\leq 3; \\ \{0 \leq x_1 &\leq 2/3; \\ x_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

### Задание 7.

В предложенной динамической модели из начального пункта (1) в конечный пункт (11) задана стоимость проезда между отдельными пунктами транспортной сети. Имеется несколько маршрутов по проезду, представленных в соответствующей таблице (T(i,j)). Необходимо определить оптимальный маршрут проезда из пункта 1 в пункт 11 с минимальными транспортными расходами.



10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6.

Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.

### Контрольная работа

#### 1. Основные задачи исследования операций.

1. Оптимальное решение классической задачи потребления обеспечивает
  - а) максимум функции полезности (целевой функции)
  - б) минимум функции полезности
  - в) постоянное значение функции полезности
  
2. Группа переменных системы ограничений задачи линейного программирования  $x_i, 1 \leq i \leq k$  образует базис при условии
  - а) минор матрицы коэффициентов при переменных  $x_i$  неотрицательный
  - б) минор матрицы коэффициентов при переменных  $x_i$  отличен от 0
  - в) переменные  $x_i, 1 \leq i \leq k$  входят в выражение целевой функции с ненулевыми коэффициентами
  
3. Пересечение выпуклых множеств в  $R^n$ 
  - а) является выпуклым множеством;
  - б) является ограниченным множеством;
  - в) не содержит угловых точек множеств;
  - г) не содержит внутренних точек множеств
  
4. Множество допустимых решений задачи линейного программирования
  - а) состоит только из угловых точек множеств
  - б) является неограниченным
  - в) является выпуклой линейной комбинацией угловых точек
  
5. Линия уровня задачи оптимизации определяется условием
  - а)  $F(x) = F_{\max}$  или  $F(x) = F_{\min}$  ;
  - б)  $F(x) = C$ ; в)  $F(x) \geq 0$ ; г)  $F(x) \leq 0$ ;
  
6. Условие  $F(X^*) = G(Y^*)$  для пары двойственных задач
  - а) является достаточным условием оптимальности решений  $X^*, Y^*$
  - б) является необходимым условием оптимальности решений  $X^*, Y^*$
  - в) является достаточным условием ограниченности области допустимых решений обеих задач

7. Число ограничений транспортной задачи
- равно сумме числа поставщиков и потребителей; б) не меньше суммы числа поставщиков и потребителей;
  - равно числу базисных переменных;
  - равно числу свободных переменных;
8. Распределение поставок является оптимальным при выполнении критерия:
- оценки свободных клеток принимают одинаковые значения;
  - существует свободная клетка с положительной оценкой;
  - оценки всех свободных клеток неотрицательны;
9. Путь L в сетевом графике является критическим, если
- L – наиболее продолжительный полный путь;
  - L состоит из наибольшего числа работ;
  - L – наиболее продолжительный замкнутый путь
10. Задача выпуклого программирования с ограниченной областью решений D
- имеет единственное решение;
  - имеет решение на границе области D;
  - имеет решение внутри области D;
  - имеет выпуклое множество решений

### 2.2.2. Модели линейного программирования. Вариант №1

1. Составить экономико-математическую модель задачи. Торговая организация планирует реализацию по двум товарным группам, по которым выделены фонды 800 тыс.руб. и 500 тыс.руб. Уровень транспортных издержек по этим товарам составляет 1% и 2% соответственно, уровень издержек, связанных с хранением товаров, – 2% и 1%, уровень прибыли – 3% и 2%. Предельно допустимые расходы, связанные с перевозкой и хранением товаров, равны 25 тыс.руб. и 29 тыс.руб. С учетом закупки товаров сверх выделенных фондов определить оптимальную структуру товарооборота, обеспечивающую организации максимальную прибыль.

2. Сформулировать условие, при котором точка X n-мерного пространства является выпуклой линейной комбинацией точек  $X^{(1)}, X^{(2)}, \dots, X^{(k)}$ .

3. Определить область допустимых решений двойственной задачи, если целевая функция исходной задачи не ограничена.

4. Построить все базисные допустимые решения системы ограничений  $\{3x_1 + x_2 - x_3 = 2,$

$$x_1 - 4x_2 + x_4 = 5.$$

### Вариант №2

1. Составить экономико-математическую модель задачи. Предприятие выпускает три вида изделий. Месячная программа выпуска составляет: 2000 изделий первого вида, 1800 изделий второго вида и 1500 изделий третьего вида. Для выпуска изделий используются материалы, месячный расход которых не может превысить 61000 кг. В расчете на одно изделие первого вида расходуется 8 кг материала, второго вида – 10 кг, третьего вида – 11 кг. Оптовая цена одного вида изделия первого вида 70 у. е., второго и третьего соответственно 100 и 90 у. е. Определить оптимальный план выпуска изделий, обеспечивающий предприятию максимум выручки.

2. Найти оценку числа базисных допустимых решений задачи линейного программирования с  $n$  переменными, содержащей  $m$  ограничений.

3. Определить ранг системы ограничений транспортной задачи, содержащей 5 поставщиков и 10 потребителей.

4. Построить все базисные допустимые решения системы ограничений  $\{-2x_1 + 3x_2 + x_3 = 6,$

$$x_1 + 5x_2 - x_4 = 10.$$

### Вариант №3

1. Составить экономико-математическую модель задачи. Рацион составляется из двух видов продуктов ( $P_1$  и  $P_2$ ), в каждый из которых входят питательные вещества  $A, B, C$ . Минимальное суточное потребление питательного вещества  $A$  равно 100 ед., вещества  $B$  – 80 ед., вещества  $C$  – 160 ед. Цена 1 единицы продукта  $P_1$  составляет 0.2 у. е., 1 ед. продукта  $P_2$  – 0.3 у. е. Количество питательного вещества каждого вида в 1 ед. продукта приведено в таблице.

Питательные вещества	Содержание питательного вещества в единице продукта, ед.	
	$P_1$	$P_2$
A	0.1	0.5
B	0.25	0.1
C	0.2	0.4

Определить оптимальный рацион питания, стоимость которого будет наименьшей.

2. Сформулировать критерий оптимальности решения в задаче максимизации целевой функции.

3. Определить условие, при котором оптимальное решение двойственной задачи является вырожденным.

4. Построить все базисные допустимые решения системы ограничений  $\{x_1 - x_2 + x_3 = 4,$

$$2x_1 + x_2 - x_4 = 1.$$

### Вариант №4

1. Составить экономико-математическую модель задачи. Рацион для питания животных на ферме состоит из двух видов кормов I и II. Один килограмм корма I стоит 70 у. е. и содержит 2 ед. жиров, 5 ед. белков, 2 ед. углеводов, 4 ед. нитратов. Один килограмм корма II стоит 30 у. е. и содержит 4 ед. жиров, 3 ед. белков, 6 ед. углеводов, 3 ед. нитратов. Составить наиболее дешевый рацион питания, обеспечивающий содержание жиров не менее 6 ед., белков не менее 10 ед., углеводов не менее 7 ед., нитратов не более 12 ед.

2. Определить условие, при котором общая задача линейного программирования имеет более одного оптимального решения.

3. Найти изменение оценки свободной клетки  $(i, j)$  в транспортной задаче, если к строке матрицы затрат добавляется положительный потенциал  $(+1)$ .

4. Построить все базисные допустимые решения системы ограничений  $\{-4x_1 + x_2 + 2x_3 = 12,$

$$6x_1 + 5x_3 - x_4 = 30.$$

Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6.

Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.

#### Вопросы к зачету

1. Экономико-математическая модель задачи исследования операций.
2. Стандартная и каноническая форма задачи линейного программирования.
3. Базисные решения системы ограничений ЗЛП. Допустимые решения.
4. Выпуклые множества точек  $n$ -мерного пространства, их свойства.
5. Общие свойства решений ЗЛП с  $n$  переменными.
6. Выпуклая линейная комбинация конечного числа точек  $n$ -мерного пространства.
7. Критерии оптимальности в задачах на максимум/минимум целевой функции.
8. Условие единственности оптимального решения. Общий вид решения ЗЛП.
9. Определение границы изменения переменной, переводимой в базис системы ограничений.
10. Геометрическая интерпретация решения задачи с двумя переменными либо двумя ограничениями.
11. Принципы двойственности в задачах линейного программирования.
12. Экономическая интерпретация задачи, двойственной задаче об оценке ресурсов.
13. Определение первоначального допустимого базисного решения ЗЛП.
14. Транспортная задача с открытой и закрытой моделью. Задача о назначениях.
15. Общий вид матрицы системы ограничений транспортной задачи. Теорема о ранге.

16. Методы «северо-западного» угла и минимальной стоимости.
17. Критерий оптимальности базисного распределения поставок.
18. Перераспределение поставок в транспортной задаче. Циклы.
19. Теорема о потенциалах.
20. Сетевые модели и их характеристики. Временные параметры.
21. Сетевая модель транспортной задачи. Построение оптимального маршрута.
22. Условия экстремума в задачах нелинейного программирования.
23. Выпуклые и строго выпуклые функции, их свойства. Градиент.
24. Метод кусочно-линейной аппроксимации.
25. Приближенное решение задач выпуклого программирования.
26. Общая постановка задачи динамического программирования.
27. Принцип оптимальности в задачах динамического программирования и уравнения Беллмана.
28. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на  $n$  лет.
29. Задача о замене оборудования.
30. Системы массового обслуживания, их характеристики.
31. Потоки событий. Условие стационарности потока.
32. СМО с отказами и ожиданием.

Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6.

*Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.*