



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методы оптимальных решений задач

направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Стандартизация и метрология

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: освоение бакалаврами умения применять научно-обоснованные решения в области стандартизации и метрологического обеспечения на основе методов системного и функционального анализа и методов оптимальных решений задач.

Задачами дисциплины является формирование:

- способности собирать и структурировать информацию, необходимую для формулировки проблемной ситуации.
- умения выделять ключевые моменты для постановки задачи.
- навыков критически анализировать составляющие проблемной ситуации и проводить оценку метода, соответствующего решению
- умения разрабатывать вариант решения поставленной задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения
- способности проводить оценку эффективности варианта решения проблемы и его практического применения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-6 Способен принимать научно-обоснованные решения в области стандартизации и метрологического обеспечения на основе методов системного и функционального анализа	ОПК-6.1 Проводит оценку метода в области стандартизации и метрологического обеспечения	знает Модели и методы оптимальных решений умеет выбирать метод оптимизации, отвечающий практической проблеме. владеет умением структурировать информацию о практической проблеме и определять основные расчетные параметры в ней.
ОПК-6 Способен принимать научно-обоснованные решения в области стандартизации и метрологического обеспечения на основе методов системного и функционального анализа	ОПК-6.2 Формулирует проблемную ситуацию с применением метода в области стандартизации и/или метрологического обеспечения	знает Методы постановки задач оптимизации, отличать линейные и нелинейные задачи. умеет Выполнять постановку оптимизационной задачи по имеющимся данным. владеет Умением формулировать функцию цели и ограничения оптимизационной задачи, соответствующие конкретной практической проблеме.
ОПК-6 Способен принимать научно-обоснованные решения в области стандартизации и метрологического обеспечения на основе методов системного и функционального анализа	ОПК-6.3 Разрабатывает вариант решения поставленной задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения	знает Методы построения решений для поставленной математической модели. умеет Находить решение поставленной математической задачи, описывающей практическую проблему. владеет приемами построения решений линейных и нелинейных оптимизационных задач.

ОПК-6 Способен принимать научно-обоснованные решения в области стандартизации и метрологического обеспечения на основе методов системного и функционального анализа	ОПК-6.4 Проводит оценку эффективности варианта решения в области стандартизации и метрологического обеспечения	<p>знает способы постоптимального анализа полученных решений</p> <p>умеет выбрать способ оценки постоптимального анализа решения и применить его.</p> <p>владеет навыками обработки данных в постоптимальном анализе результатов решения задачи.</p>
---	--	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.19 основной профессиональной образовательной программы 27.03.01 Стандартизация и метрология и относится к обязательной части учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении образовательных программ предшествующего уровня образования (средняя школа)

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-8.4, ОПК-8.5, ОПК-8.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Статистические методы контроля и управления качеством	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	51		51
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Задачи оптимизации и их математические модели										
1.1.	Постановки прикладных задач оптимизации и их математическая формализация.	3	4		4			10	18	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	
1.2.	Графический метод решения двумерных задач. Различные исходы решения задачи линейного программирования и их графическая интерпретация	3	1		2			2	5	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	

1.3.	Симплекс метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса построения начального базисного решения.	3	2	4				10	16	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
1.4.	Теория двойственности. Основные теоремы двойственности	3	2	4				4	10	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
2.	2 раздел. Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации									
2.1.	Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации	3	2	6				10	18	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
3.	3 раздел. Методы решения задачи нелинейной оптимизации.									
3.1.	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	3	2	4				6	12	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
3.2.	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Задача условной нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа	3	2	4				6	12	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
3.3.	Задачи управления запасами	3	1	4				3	8	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
4.	4 раздел. Контроль									
4.1.	Зачет с оценкой	3							9	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Постановки прикладных задач оптимизации и их математическая формализация.	Математические модели прикладных задач Метод моделирования. Системный подход к моделированию. Классификация видов моделирования. Математическая модель, свойства математических моделей и требования к ним. Классификация математических моделей. Этапы построения математических моделей для решения прикладных задач. Задачи оптимизации. Оптимальное решение
2	Графический метод	Геометрический метод решения оптимизационных задач в случае

	решения двумерных задач. Различные исходы решения задачи линейного программирования и их графическая интерпретация	двух переменных. Метод перебора опорных планов. Формы записи задачи линейной оптимизации (общая задача, симметричная задача, основная задача). Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейной оптимизации в случае двух переменных. Опорные планы основной задачи линейной оптимизации.
3	Симплекс метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса построения начального базисного решения.	Симплекс-метод. Нахождение исходного опорного плана. Симплекс-таблица. Признак оптимальности опорного плана. Переход к новому опорному плану в случае неоптимальности опорного плана. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Использование ИТ для решения заданий
4	Теория двойственности. Основные теоремы двойственности	Теория двойственности в задачах линейной оптимизации. Двойственная задача для задачи в симметричной форме. Связь между решениями прямой и двойственной задач. Основные теоремы двойственности и их применение
5	Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации	Транспортная задача. Транспортная задача, ее математическая постановка и свойства решений. Нахождение исходного опорного плана методом минимального тарифа. Проверка опорного плана на оптимальность методом потенциалов. Переход к новому опорному плану в случае неоптимальности опорного плана. Транспортная задача открытого типа и сведение ее к закрытой транспортной задаче.
6	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Постановка задачи и геометрический способ решения в случае двух переменных. Локальные экстремумы функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов. Метод наименьших квадратов.
7	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Задача условной нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа Постановка задачи и геометрический способ решения в случае двух переменных. Локальные экстремумы функции нескольких переменных и их нахождение. Множества в n-мерном евклидовом пространстве. Необходимые и достаточные условия внут-ренних локальных экстремумов. Граничные локальные экстремумы.
8	Задачи управления запасами	Задачи управления запасами. Модель Уилсона. Нахождение глобальных экстремумов в случае функций одной и нескольких переменных. Задача управления запасами как задача оптимизации.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Постановки прикладных задач	Математические модели для типичных постановок задач линейной оптимизации

	оптимизации и их математическая формализация.	Составление математических моделей для типовых постановок задач линейного программирования
2	Графический метод решения двумерных задач. Различные исходы решения задачи линейного программирования и их графическая интерпретация	Решение задач линейной оптимизации Выявление допустимых базисных решений. Поиск оптимального допустимого базисного решения. Решение индивидуального задания
3	Симплекс метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса построения начального базисного решения.	Симплекс-метод Практическое применение симплекс-метода для решения задач линейного программирования. Решение индивидуального задания Использование ИТ для решения заданий
4	Теория двойственности. Основные теоремы двойственности	Теория двойственности в задачах линейной оптимизации. Составление двойственной задачи. Применение теорем двойственности для анализа решений. Решение индивидуального задания Использование ИТ для решения заданий
5	Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации	Транспортная задача Изучение методов решения транспортной задачи. Решение индивидуального задания Использование ИТ для решения заданий
6	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	Графический метод решения в случае одной и двух переменных. Нахождение локальных экстремумов. Решение задач с использованием графического метода решений
7	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Задача условной нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Решение индивидуального задания Использование ИТ для решения заданий
8	Задачи управления запасами	Задачи управления запасами. Модель Уилсона. Определение оптимального размера партии, минимальные затраты на управление запасами. Решение индивидуального задания

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Постановки прикладных задач	Математические модели для решения прикладных задач в метрологии

	оптимизации и их математическая формализация.	Изучение основных типов задач линейного программирования и способов их математической формализации на основе материалов лекции и дополнительной литературы. Подготовка сообщения, решение задач.
2	Графический метод решения двумерных задач. Различные исходы решения задачи линейного программирования и их графическая интерпретация	Решение задач линейной оптимизации. Графический метод решения двумерных задач. Изучение лекционного материала
3	Симплекс метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса построения начального базисного решения.	Симплекс-метод Различные исходы при решении задач линейного программирования симплекс-методов. Проблема зацикливания. Знакомство с методом Кармаркара. Домашнее задание Использование ИТ для решения заданий
4	Теория двойственности. Основные теоремы двойственности	Теория двойственности в задачах линейной оптимизации. Применение двойственности для анализа полученных решений. Изучение лекционного материала Использование ИТ для решения заданий
5	Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации	Задача о назначениях Постановка задачи о назначениях, математическая модель и методы решения. Изучение лекционного материала Использование ИТ для решения заданий
6	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	Геометрический способ решения в случае одной и двух переменных. Нахождение локальных экстремумов. Изучение лекционного материала
7	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Задача условной нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Изучение материалов лекции Решение задач Использование ИТ для решения заданий
8	Задачи управления запасами	Задачи управления запасами с ограничениями Постановка задач управления запасами с ограничениями. Изучение лекционного материала

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

При подготовке к лекции студенту рекомендуется:

- просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- полезно просмотреть и предстоящий материал будущей лекции;
- если задана самостоятельная проработка отдельных фрагментов темы прошлой лекции, то ее надо выполнить, не откладывая;
- психологически настроиться на лекцию.

При подготовке к практическому занятию студенту рекомендуется придерживаться следующего алгоритма;

- просмотреть записи предыдущего занятия;
- проработать литературные источники, которые были рекомендованы;
- выполнить домашнее задание;
- ознакомиться с планом предстоящего занятия.

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью учебного процесса в подготовке квалифицированных специалистов, способных самостоятельно и творчески решать стоящие перед ними задачи. Самостоятельная работа способствует формированию таких важных черт личности, как самостоятельность, познавательная активность, творческое отношение к труду и др. Для ее успешного выполнения необходимы планирование и контроль со стороны преподавателя.

Виды контроля СРС соответствуют видам контрольных мероприятий, предусмотренных учебной программой о системе оценки успеваемости студентов и предполагают:

- экспресс-опрос на лекциях и практических занятиях;
- текущий устный выборочный опрос на практических занятиях;
- рубежный контроль по окончании изучения темы, проверка письменных контрольных работ;
- итоговый контроль, который предполагает учет объема, своевременности и качества выполнения СРС по дисциплине за весь семестр и осуществляется на зачете с оценкой.

Каждый студент при изучении дисциплины должен осуществлять самоконтроль.

Самоконтроль – осознанное управление своей познавательно-практической деятельностью, осуществляемое студентом в процессе изучения дисциплины, при подготовке к контрольным внешним мероприятиям.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Постановки прикладных задач оптимизации и их математическая формализация.	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Индивидуальное задание Тест
2	Графический метод решения двумерных задач. Различные исходы решения задачи линейного программирования и их графическая интерпретация	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Тест
3	Симплекс метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса построения начального базисного решения.	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Решение задач Тест
4	Теория двойственности. Основные теоремы двойственности	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Тест
5	Методы решения двухиндексных задач линейной оптимизации	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Индивидуальное задание

			Тест
6	Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Тест
7	Геометрическая интерпретация задач нелинейной оптимизации. Задача условной нелинейной оптимизации. Метод множителей Лагранжа	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Тест
8	Задачи управления запасами	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Тест
9	Зачет с оценкой	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4 размещены по адресу:

<https://moodle.spbgasu.ru//кафедра Математики/Методы оптимальных решений задач/>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
----------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Постановка математических моделей: задача определения оптимального ассортимента выпуска продукции при ограниченных ресурсах. Постановка математических моделей: задача о выборе интенсивностей использования различных технологических способов производства.
2. Постановка математических моделей: задача об оптимальном составе смеси (сплава).
3. Постановка математических моделей: задача о раскрое материалов.
4. Постановка математических моделей: транспортная задача.
5. Целевая функция в математической модели. Замена задачи минимизации задачей максимизации целевой функции и наоборот.
6. Множество допустимых решений задачи линейной оптимизации.
7. Оптимальное решение задачи линейной оптимизации.
8. Общая задача линейной оптимизации.
9. Симметричная задача линейной оптимизации.
10. Основная задача линейной оптимизации.
11. Сведение общей задачи к симметричной задаче.
12. Сведение общей задачи к основной задаче.
13. Дополнительные переменные и их экономический смысл в задаче определения оптимального ассортимента выпуска продукции при ограниченных ресурсах.
14. Взаимосвязь решений общей (симметричной) и основной задач линейной оптимизации.
15. Сведение основной задачи к общей.
16. Определение выпуклого множества.
17. Свойство пересечения выпуклых множеств.
18. Полуплоскость – выпуклое множество.
19. Свойство пересечения полуплоскостей.
20. Определение выпуклого многоугольника.
21. Геометрическая интерпретация линейного неравенства в случае двух переменных: .
22. Структура множества допустимых решений задачи линейной оптимизации в случае двух переменных.
23. Прямые уровня линейной функции двух переменных и их построение.
24. Вектор-градиент линейной функции двух переменных и направление наискорейшего роста функции.
25. Теорема о трех альтернативах. Первая альтернатива: геометрическая интерпретация двумерной задачи, имеющей единственное оптимальное решение.
26. Теорема о трех альтернативах. Первая альтернатива, частный случай: геометрическая интерпретация двумерной задачи, имеющей бесконечно много оптимальных решений.
27. Теорема о трех альтернативах. Вторая альтернатива: геометрическая интерпретация двумерной задачи, не имеющей оптимального решения ввиду неограниченности целевой функции.
28. Теорема о трех альтернативах. Третья альтернатива: геометрическая интерпретация двумерной задачи, не имеющей оптимального решения ввиду отсутствия допустимых планов.
29. Метод Жордана-Гаусса решения системы линейных уравнений. Базисные и свободные переменные.
30. Преобразования Жордана-Гаусса, позволяющие выделять в системе уравнений базисные переменные и переходить от одного базиса к другому.
31. Определение опорного (базисного) плана основной задачи.
32. Каноническая задача линейной оптимизации, – задача, в которой выделен исходный опорный (базисный) план.
33. Исключение базисных переменных из выражения целевой функции.
34. Симплекс-таблица. Запись канонической задачи в симплекс-таблицу и заполнение индексной строки.
35. Теорема об оптимальности опорного (базисного) плана. (Первая альтернатива)
36. Теорема о неограниченности целевой функции на множестве планов. (Вторая альтернатива)
37. Теорема об улучшении опорного (базисного) плана.

38. Метод искусственного базиса для задачи, у которой существует исходный опорный (базисный) план.
39. Метод искусственного базиса для задачи, у которой система ограничений несовместна. (Третья альтернатива)
40. Теорема о неединственности невырожденного оптимального плана.
41. Постановка пары симметричных двойственных задач на примере задачи определения оптимального ассортимента выпуска продукции при ограниченных ресурсах.
42. Соотношения между прямой и двойственной задачами.
43. Несимметричные двойственные задачи: отличия для ограничений-равенств и переменных любого знака.
44. Основное неравенство двойственности.
45. Большая теорема двойственности.
46. Следствие из большой теоремы двойственности.
47. Малая теорема двойственности.
48. Для каждой из пары двойственных задач возможны три альтернативы: задача разрешима (Р), функция неограниченная (Н), область пустая (П). Первый критерий оптимальности решений пары двойственных задач.
49. Условия дополняющей нежесткости – второй критерий оптимальности решений пары двойственных задач (критерий Л.В. Канторовича).
50. Теорема об оценках и ее экономический смысл.
51. Сопряженные ограничения и экономический смысл двойственных переменных.
52. Экономический смысл условий дополняющей нежесткости.
53. Одновременное решение прямой и двойственной задач симплекс-методом.
54. Табличная запись условия транспортной задачи.
55. Условие баланса для закрытой транспортной задачи.
56. Математическая модель транспортной задачи.
57. Построение исходного опорного (базисного) плана методом «северо-западного» угла.
58. Построение исходного опорного (базисного) плана методом минимального тарифа.
59. Вырожденный опорный план, расстановка базисных нулей в клетки транспортной таблицы.
60. Метод потенциалов. Отыскание потенциалов поставщиков и потребителей.
61. Метод потенциалов. Проверка оптимальности опорного (базисного) плана.
62. Определение цикла в транспортной задаче. Свойства цикла.
63. Отыскание максимально возможной сбалансированной поставки и построение нового опорного (базисного) плана в случае неоптимальности предыдущего.
64. Открытая транспортная задача, постановка математической модели.
65. Сведение открытой транспортной задачи к закрытой.
66. Транспортные задачи с дополнительными условиями.
67. Метод запретов при решении открытых транспортных задач. Фавориты. Стоимость приоритета.
68. Транспортная задача с недостаточными транспортными ресурсами.
69. Транспортная задача по критерию времени.
70. Задачи нелинейной оптимизации. Общие понятия.
71. Задачи безусловной и условной оптимизации. Локальные и глобальные экстремумы функции нескольких переменных.
72. Теорема Вейерштрасса.
73. Необходимые и достаточные условия локального экстремума функции нескольких переменных при отсутствии ограничений.
74. Геометрическая интерпретация задачи. Линии уровня и градиент функции двух переменных, их использование при решении задач оптимизации в случае двух переменных.
75. Граничные экстремумы.
76. Классическая задача нелинейной оптимизации, – задача отыскания экстремума функции нескольких переменных, подчиненных системе ограничений в форме равенств.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся размещены в ЭОИС Moodle по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru//кафедра Математики/Методы оптимальных решений задач/>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Зачет с оценкой проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 30 минут

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
--------------------------	--	---	--	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Акулич И. Л., Математическое программирование в примерах и задачах, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/167896
2	Кузнецов А. В., Сакович В. А., Холод Н. И., Высшая математика. Математическое программирование, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/168473
3	Юрьева А. А., Математическое программирование, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/168878
4	Лайпанова А. М., Исследование операций, Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2021	https://www.iprbooks.hop.ru/115843.html
5	Башмакова И. Б., Рябикова Т. В., Уразаева Л. Ю., Якунина Г. В., Исследование операций, Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2020	http://ntb.spbgasu.ru/elib/01272/
<u>Дополнительная литература</u>		

1	Болотский А. В., Математическое программирование и теория игр, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/217433
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Портал СПбГАСУ Страница курса	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1448

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
07. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

07. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
--	---

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.