

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за образовательную  
программу

д.ф.-м.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
«10» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования операций»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности	Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д-р физ.-мат. наук  
(должность, уч. степень, звание)  
Ю.А. Пичугин  
(подпись, дата) 03.02.25  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«03» февраля 2025 г, протокол № 02/1

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.  
(уч. степень, звание)  
А.О. Смирнов  
(подпись, дата) 03.02.25  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)  
Н.Ю. Ефремов  
(подпись, дата) 03.02.25  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Методы исследования операций» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» направленности «Математическое и компьютерное моделирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой и решением задач линейной и нелинейной оптимизации, даёт представление о задачах исследования операций и алгоритмах их решения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью данной дисциплины является получение студентами необходимых навыков в работе с методами решения задач линейной и нелинейной оптимизации, в первую очередь, с теоретическими, вычислительными и прикладными аспектами.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3.1 знать математические методы и компьютерные технологии разработки информационных, объектных, документных моделей организаций и предприятий. ПК-2.У.1 уметь выбирать математический аппарат и компьютерные технологии для разработки информационных, объектных, документных моделей организаций и предприятий

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Линейная алгебра»,
- «Аналитическая геометрия»,
- «Дифференциальные уравнения».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплины

- «Математические методы оптимизации в научных исследованиях».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b>	4/ 144	4/ 144

ЗЕ/ (час)		
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 1. Постановка и формализация задачи линейного программирования. Тема 1.1. Общая, стандартная и каноническая задачи линейного программирования (ЛП). Тема 1.2. Выпуклые множества и графический метод решения задачи ЛП.	4	2	-		10
Раздел 2. Симплексный метод решения прямой задачи ЛП. Тема 2.1. Эквивалентные преобразования и алгоритм прямого симплексного метода (СМ). Тема 2.2. СМ в матричной форме. Тема 2.3. Теория двойственности в ЛП. Тема 2.4. Двухфазный и двойственный СМ.	6	6	-	-	26
Раздел 3. Задачи транспортного типа Тема 3.1. Формулировка транспортной задачи (ТЗ). Каноническая ТЗ. Закрытая и открытая ТЗ. Двойственная ТЗ. Тема 3.2. Начальный опорный план. Методы северо-западного угла, минимального элемента и метод Фогеля. Тема 3.3. Решение ТЗ методом потенциалов.	3	4	-	-	18
Раздел 4. Задача о назначениях Тема 4.1. Задачи о простых и оптимальных назначениях (ОН). Математическая постановка задачи ОН. Каноническая форма задачи ОН. Двойственная задача ОЗ. Тема 4.2. Алгоритмы решения задачи ОН. Стандартный и Венгерский методы.	3	3	-	-	12

Раздел 5. Сетевое планирование Тема 5.1. Задача о максимальном потоке (МП). Постановка задачи. Алгоритм нахождения МП. Тема 5.2. Двойственная задача МП - минимизации сети.	1	2	-	-	8
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Постановка и формализация задачи линейного программирования (ЛП). Тема 1.1. Общая задача ЛП (пример). Стандартная задача ЛП. Каноническая задача линейного программирования (ЛП). Формализация задачи ЛП. Тема 1.2. Выпуклые множества. Крайние точки. Допустимый план. Графический метод решения задачи ЛП.
<b>2</b>	Симплексный метод решения прямой задачи ЛП. Тема 2.1. Эквивалентные преобразования. Опорный план. Алгоритм прямого симплексного метода (СМ). Тема 2.2. СМ в матрично-алгебраической форме. Тема 2.3. Теория двойственности в ЛП. Переход к двойственной задаче меньшей размерности. Тема 2.4. Двухфазный СМ (метод искусственного базиса). Двойственный СМ.
<b>3</b>	Задачи транспортного типа Тема 3.1. Формулировка транспортной задачи (ТЗ). Каноническая ТЗ. Закрытая и открытая ТЗ. Сведение открытой задачи к закрытой. Двойственная ТЗ. Тема 3.2. Начальный опорный план. Методы северо-западного угла, минимального элемента и метод Фогеля. Тема 3.3. Решение ТЗ методом потенциалов.
<b>4</b>	Задача о назначениях Тема 4.1. Задачи о простых и оптимальных назначениях (ОН). Математическая постановка задачи ОН. Каноническая форма задачи ОН. Двойственная задача ОН. Тема 4.1. Алгоритмы решения задачи ОН. Стандартный алгоритм решения задачи и Венгерский методы.
<b>5</b>	Сетевое планирование Тема 5.1. Задача о максимальном потоке (МП). Постановка задачи о МП. Алгоритм нахождения МП. Тема 5.2. Двойственная задача МП - минимизации сети.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
1	Решение задачи линейного программирования графическим методом.	Семинар	2		1
2	Анализ чувствительности	Семинар	1		1
3	Решение задачи линейного программирования симплексным методом.	Семинар	2		2
4	Параметрические задачи.	Семинар	2		2
5	Сведение задачи ЛП к двойственной задаче, решаемой графическим методом.	Семинар	1		2
6	Решение задачи линейного программирования двухфазным симплексным методом.	Семинар	2		2
5	Решение задачи линейного программирования двойственным симплексным методом.	Семинар	2		2
6	Построение начального опорного плана ТЗ – методы северо-западного угла, минимального элемента и метод Фогеля.	Семинар	1		3
7	Решение ТЗ методом потенциалов	Семинар	1		3
8	Решение задачи ОН (стандартный метод)	Семинар	1		4
9	Решение задачи ОН	Семинар	1		4

	(Венгерский метод)				
10	Нахождение максимального потока.	Семинар	1		5
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)	-	-
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)	-	-
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	74	74

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ЭБС Лань	Горлач Б. А. Исследование операций: Учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Издательство «Лань», 2022. — 448 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/211085">https://e.lanbook.com/book/211085</a> — Загл. с экрана.	
ЭБС Лань	Ржевский С. В. Исследование операций: Учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Издательство «Лань», 2022. — 480 с.— Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/213248">https://e.lanbook.com/book/213248</a> — Загл. с экрана.	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ЭБС «Издательство «Лань»
<a href="http://www.exponenta.ru/">http://www.exponenta.ru/</a>	Образовательный математический сайт

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.



Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	В чем на ваш взгляд состоит задача исследования операций?	ПК-2.3.1
2	Какова цель формализации задачи?	
3	Перечислите этапы решения задачи линейного программирования.	
4	Назовите этап задачи линейного программирования, на котором осуществляется анализ чувствительности решения.	
5	Объясните своими словами суть графического метода решения задачи линейного программирования.	
6	Дайте определение выпуклому множеству.	
7	Перечислите ситуации, когда задача линейного программирования не имеет решения.	
8	В чем суть анализа чувствительности?	
9	Каким определяющим свойством обладают крайние точки выпуклого множества?	
10	В каких ситуациях применяется параметрическое линейное программирование?	ПК-2.У.1
11	Сформулируйте теорему двойственности линейного программирования.	
12	В каких ситуациях применяются двухфазный и двойственный симплексные методы?	
13	Что значит, что транспортная задача является открытой?	
14	Можно ли свести открытую транспортную задачу к закрытой?	
15	Объясните своими словами суть транспортной задачи.	
16	Как вы считаете, решение транспортной задачи всегда однозначно?	
17	Перечислите шаги венгерского метода.	
18	Сформулируйте двойственную задачу для задачи о максимальном потоке.	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
-------	---	----------------

	Учебным планом не предусмотрено	
--	---------------------------------	--

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Если точка из множества допустимых решений (допустимых планов) не является выпуклой линейной комбинацией других точек этого множества, то она называется: а) особой; б) <b>крайней</b> ; в) сингулярной; г) нетривиальной.	ПК-2.3.1
2	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Задача линейного программирования может не иметь решения в случае: а) коэффициенты целевой функции не все положительны; б) <b>множество допустимых планов вырождено</b> ; в) <b>множество допустимых планов не ограничено</b> ; г) множество допустимых планов не является выпуклым	ПК-2.3.1
3	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Какой из методов подходит к решению каждой из перечисленных задач: венгерский, симплексный, метод потенциалов. А) Задача линейного программирования Б) Транспортная задача В) Задача об оптимальных назначениях А) Венгерский метод Б) Симплексный метод В) Метод потенциалов	ПК-2.3.1
4	Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. При решении задачи линейного программирования мы выполняем следующие действия в симплексной таблице: А) делаем эквивалентное преобразование строк; Б) выбираем ведущую строку; В) выбираем ведущий элемент; Г) выбираем ведущий столбец.	ПК-2.3.1
5	Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ. В чем суть венгерского метода?	ПК-2.3.1
6	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Если все запасы поставщиков не равны в суммарному требованию потребителей, то транспортная задача называется: а) особой; б) <b>открытой</b> ; в) некорректной; г) неравновесной.	ПК-2.У.1

7	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Какие из основных задач исследования операций имеют двойственную постановку? А) <b>задача линейного программирования</b> ; Б) транспортная задача; В) задача об оптимальных назначениях; Г) <b>задача о максимальном потоке</b> .	ПК-2.У.1
8	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Какой из разделов исследований операций подходит к решению каждой из перечисленных задач: А) Задача планирования выпуска продукции Б) Подбор кадров В) Снабжение и сбыт продукции Г) Наискорейшая доставка А) Сетевое планирование Б) Линейное программирование В) Оптимальное значение Г) Транспортная задача	ПК-2.У.1
9	Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. При решении задачи исследования операций (ИО) мы выполняем следующие действия в симплексной таблице: А) выбираем метод решения Б) формализуем задачу; В) приступаем к решению; Г) выбираем соответствующий раздел ИО.	ПК-2.У.1
10	Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ. Каковы основные цели исследования операций.	ПК-2.У.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат

конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Определения математических терминов.
- Формулировка теоремы.
- Доказательство теоремы.
- Иллюстрирующие примеры.

*Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

**11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

**11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

*Обязательно для заполнения преподавателем*

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.*

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*



Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой