


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

Кафедра №23

УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 В.И. Казаков
(подпись)

«23» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы и моделирование в лазерной технике и технологиях»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерные приборы и системы
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

<u>проф., д.т.н., проф.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>А.Н. Якимов</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---


Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«20» июня 2022 г., протокол № 6/22

Заведующий кафедрой № 23

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>А.Р. Бестугин</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Ответственный за ОП ВО 12.04.05 (01)

<u>доц., к.т.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>В.И. Казаков</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Заместитель директора института № 2 по методической работе

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.Л. Бальшева</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Аннотация

Дисциплина «Математические методы и моделирование в лазерной технике и технологиях» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерные приборы и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»;

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»;

УК-3 «Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели»;

ОПК-3 «Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач»;

ПК-2 «Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»;

ПК-3 «Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студентов представления о современных математических методах и моделировании в лазерной технике и технологиях. Курс нацелен на развитие навыков и способностей студентов к использованию методов математического моделирования и на понимание ими возможностей проектирования как абстрактного и образного мышления, алгоритмического творчества и на использование полученных знаний в своей профессиональной деятельности.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины « Математические методы и моделирование в лазерной технике и технологиях» являются: формирование у студентов представления о современных математических методах и моделировании в лазерной технике и технологиях. Курс нацелен на развитие навыков и способностей студентов к использованию методов математического моделирования и на понимание ими возможностей проектирования как абстрактного и образного мышления, алгоритмического творчества и на использование полученных знаний в своей профессиональной деятельности.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3.2 знать цифровые инструменты, предназначенные для разработки проекта/решения задачи; методы и программные средства управления проектами УК-2.У.2 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов действий по проекту
Универсальные компетенции	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.3.2 знать цифровые средства, предназначенные для взаимодействия с другими людьми и выполнения командной работы
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые	ОПК-3.3.1 знать средства информационных систем и технологий, используемых в своей предметной области ОПК-3.У.1 уметь предлагать новые идеи и подходы на основе информационных систем и технологий к решению инженерных задач ОПК-3.В.1 владеть навыками применения современных программных пакетов для создания и редактирования документов и

	идеи и подходы к решению инженерных задач	технической документации, компьютерного моделирования, решения инженерных задач в своей предметной области
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-2.3.3 знать стандартные языки программирования, стандартные системы автоматизированного проектирования оптических систем; стандартные и специальные пакеты математического моделирования ПК-2.У.4 уметь применять информационные ресурсы и компьютерные технологии для моделирования лазерных приборов и систем ПК-2.У.5 уметь выбирать систему автоматизированного проектирования для проведения моделирования и расчёта лазерных приборов и систем
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-3.3.3 знать принципы моделирования при конструировании лазерных приборов и их узлов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении естественно-научных дисциплин программ бакалавриата.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Лазерные системы передачи информации»;
- «Измерительные технологии в лазерной технике»;
- «Компьютерное моделирование лазерных установок и систем»;
- «Лазерные технологии в обработке металлов»;
- «Методы управления лазерным излучением»;
- «Лазерные технологии микроэлектроники».

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	5	5
Аудиторные занятия, 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
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз. **)	Экз.	Экз.

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)
Семестр 1					
Раздел 1. Физико-математические основы моделирования в лазерной технике и технологиях					
Тема 1.1. Основные модели квантовой электроники. Спонтанное и вынужденное излучение	2	2			4
Тема 1.2. Модельное представление, принцип действия и классификация лазеров	2	2			4
Тема 1.3. Методы математического описания процессов в лазерах	2	2			4
Тема 1.4. Тепловая модель взаимодействия лазерного излучения с материалами	2	2			4
Раздел 2. Математические методы и моделирование в лазерных технологиях					
Тема 2.1. Уравнение теплопроводности при лазерном источнике теплоты	2	2			4
Тема 2.2. Аналитические и численные методы решения задач теплопроводности	2	2			4
Тема 2.3. Решение инженерных задач нагрева материалов лазерным излучением	2	2			4

Раздел 3. Компьютерная реализация методов решения систем алгебраических уравнений, используемых в моделировании лазерной техники и технологий Тема 3.1. Точные и приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений Тема 3.2. Методы решения нелинейных уравнений	2	2			5
	1	1			5
Итого в семестре:	17	17	0	0	38
Итого	17	17	0	0	38

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
1	<p>Физико-математические основы моделирования в лазерной технике и технологиях</p> <p>Основные модели квантовой электроники. Спонтанное и вынужденное излучение.</p> <p>Модельное представление лазеров. Принцип действия лазеров. Классификация лазеров и особенности их моделирования.</p> <p>Методы математического описания процессов в лазерах. Вероятностный метод описания процессов в лазерах. Полуклассический метод расчета лазеров.</p> <p>Тепловая модель взаимодействия лазерного излучения с материалами.</p> <p>Процессы передачи энергии лазерного излучения веществу. Приближенные оценки температуры нагрева вещества.</p>
2	<p>Математические методы и моделирование в лазерных технологиях</p> <p>Уравнение теплопроводности при лазерном источнике теплоты. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач теории теплопроводности.</p> <p>Аналитические и численные методы решения задач теплопроводности. Метод преобразования Лапласа. Метод мгновенных источников. Метод конечных разностей.</p> <p>Решение инженерных задач нагрева материалов лазерным излучением. Нагрев материала поверхностным источником теплоты. Нагрев материала объемным источником теплоты. Нагрев в окрестности поглощающего включения, присутствующего в матрице прозрачного материала.</p>
3	<p>Компьютерная реализация методов решения систем алгебраических уравнений, используемых в моделировании лазерной техники и технологий</p> <p>Точные и приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.</p> <p>Системы линейных алгебраических уравнений. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Связь метода Гаусса с разложением матрицы на множители. Теорема об LU разложении. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Холецкого (квадратных корней). Итерационные методы решений систем алгебраических уравнений. Метод Якоби (простых итераций). Метод Зейделя. Матричная запись методов Якоби и Зейделя. Метод Рундсона. Метод верхней релаксации (обобщенный метод Зейделя). Сходимость итерационных методов.</p> <p>Методы решения нелинейных уравнений. Системы нелинейных уравнений и</p>

	условия их решения. Обусловленность и корректность решения системы нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Условия сходимости метода. Оценка погрешности. Метод Ньютона. Сходимость метода.
--	---

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 1					
1	Модельное представление лазеров	Групповые дискуссии	2		1
2	Моделирование энергетических характеристик лазерного излучения	– " –	2		1
3	Лазерный нагрев материала поверхностным источником теплоты	– " –	2	1	2
4	Лазерный нагрев материала объемным источником теплоты	– " –	2	1	2
5	Лазерный нагрев в окрестности поглощающего включения в прозрачный материал	– " –	2	1	2
6	Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	– " –	2		3
7	Приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	– " –	2		3
8	Методы решения нелинейных уравнений.	– " –	2		3
9	Оценка погрешности решения задач численным методом	– " –	1	2	3
Всего			17	5	1-3

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)	№ 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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	28	28
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Домашнее задание (ДЗ)	4	4
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	38	38

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)
519.6/8/ К17 (ГУАП)	Калиткин, Н. Н. Численные методы: учебное пособие / Н. Н. Калиткин ; ред. А. А. Самарский. - 2-е изд., испр. - СПб.: БХВ - Петербург, 2014. - 592 с.	5
004.4(075)/ В24 (ГУАП)	Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др; под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2005. – 440 с.	5
621.372 / Б 82 (ГУАП)	Борисов, Ю. П. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств/ Ю. П. Борисов, В. В. Цветнов. – М.: Радио и связь, 1985. – 177 с.	3
004 / Г94 (ГУАП)	Гультияев, А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие / А. К. Гультияев. – СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 288 с.	11
514 / Б 90 (ГУАП)	Бубенников, А. Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем: учебное пособие/ А.Н. Бубенников. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.	2
519.2 / Ч 49	Чернецкий, В.И. Математическое моделирование	1

(ГУАП)	стохастических систем: монография / В. И. Чернецкий; Петрозаводск: Петрозавод. гос. ун-т, 1994.– 286 с.	
004.4(075) / В19 (ГУАП)	Васильков, Ю.В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: учебное пособие / Ю.В. Васильков, Н. Н.Василькова. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 255 с.	1
519.6 / М34 (ГУАП)	Математические модели и вычислительные методы: сборник научных трудов / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Фак. вычисл. математики и кибернетики; ред. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 270 с.	1
007 / Л33 (ГУАП)	Лебедев, А.Н. Моделирование в научно-технических исследованиях: монография / А. Н. Лебедев. – М.: Радио и связь, 1989. – 224 с.	1
http://36.msiu.ru/books/2	Белова, И.М. Компьютерное моделирование: учебно-методическое пособие/И.М. Белова. – М.: МГИУ, 2007. – 81 с.	
http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&dtype=F&etype=.pdf&key=000309395	Обеснюк, В.Ф. Моделирование систем. Лекции: учебное пособие/ В.Ф. Обеснюк, Е.П. Кулезнева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 83 с.	
http://edu.semgu.kz/ebook/umkd/5fc42088-a2b9-11e4-8a1d-f6d299da70ee_files_KompMod.pdf	Маликов, Р.Ф. Практикум по компьютерному моделированию физических явлений и объектов: учеб. пособие/ Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БашГПУ, 2005. – 291 с.	
http://e.lanbook.com/books	Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования : Учебное пособие для вузов/ Р.Ф. Маликов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 368 с. – URL:	
http://window.edu.ru/resource/734/72734/files/itmo483.pdf	Моделирование взаимодействия излучения с веществом в задачах лазерной оптики. Учебное пособие/ В.Ю. Храмов, В.В. Назаров, А.Е. Пушкарева и др. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 111 с.	
http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/6519/20117-8.pdf?sequence=1	Харанжевский, Е.В. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество: учеб. пособие/ Е.Р. Харанжевский, М.Д. Кривилев; под общ. ред. П.К. Галенко. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 187 с.	

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
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021. Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021. Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021
http://lib.aanet.ru/	Доступ к электронным ресурсам ГУАП (авторизация по номеру читательского билета)

http://guap.ru/guap/standart/pravila1.rtf	Правила оформления текстовых документов по ГОСТ 7.32-2001
http://regstands.guap.ru/db/docs/7.32-2001.pdf	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
http://guap.ru/guap/standart/prim.doc	Примеры библиографического описания по ГОСТ 7.1-2003

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
1	Средства вычислительной техники кафедры №23	
2	Специализированная лаборатория «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования и компьютерного моделирования»	
3	Средства офисной техники	

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; Задачи

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

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	Основные модели квантовой электроники	ПК-3.3.3
2	Спонтанное и вынужденное излучение	ПК-3.3.3
3	Модельное представление лазеров САПР	ПК-3.3.3

4	Принцип действия лазеров	ПК-3.3.3
5	Классификация лазеров и особенности их моделирования	ПК-3.3.3
6	Методы математического описания процессов в лазерах	ПК-3.3.3
7	Вероятностный метод описания процессов в лазерах	ПК-3.3.3
8	Полуклассический метод расчета лазеров	ПК-3.3.3
9	Тепловая модель взаимодействия лазерного излучения с материалами	ОПК-3.3.1
10	Процессы передачи энергии лазерного излучения веществу	ОПК-3.3.1
11	Приближенные оценки температуры нагрева вещества	ОПК-3.3.1
12	Уравнение теплопроводности при лазерном источнике теплоты. Закон Фурье	ОПК-3.У.1
13	Уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач теории теплопроводности	ОПК-3.У.1
14	Аналитические и численные методы решения задач теплопроводности	УК-2.3.2
15	Метод преобразования Лапласа	УК-2.3.2
16	Метод мгновенных источников	УК-2.3.2
17	Метод конечных разностей	УК-2.3.2
18	Решение инженерных задач нагрева материалов лазерным излучением. Нагрев материала поверхностным источником теплоты	УК-1.В.2
19	Нагрев материала объемным источником теплоты	УК-1.В.2
20	Нагрев в окрестности поглощающего включения, присутствующего в матрице прозрачного материала	УК-1.В.2
21	Точные и приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ПК-2.3.3
22	Системы линейных алгебраических уравнений	ПК-2.3.3
23	Метод Гаусса. Связь метода Гаусса с разложением матрицы на множители	ПК-2.3.3
24	Теорема об LU разложении	ПК-2.3.3
25	Метод Гаусса с выбором главного элемента	ПК-2.3.3
26	Метод Холецкого (квадратных корней)	ПК-2.3.3
27	Итерационные методы решений систем алгебраических уравнений	УК-2.У.2
28	Метод Якоби (простых итераций)	УК-2.У.2
29	Метод Зейделя. Матричная запись методов Якоби и Зейделя	УК-2.У.2
30	Метод Рундсона	УК-2.У.2
31	Метод верхней релаксации (обобщенный метод Зейделя)	УК-2.У.2
32	Сходимость итерационных методов	ПК-2.У.4
33	Методы решения нелинейных уравнений	ПК-2.У.4
34	Системы нелинейных уравнений и условия их решения	ПК-2.У.5
35	Обусловленность и корректность решения системы нелинейных уравнений	ПК-2.У.5
36	Метод простых итераций	УК-3.3.2
37	Условия сходимости метода простых итераций	УК-3.3.2
38	Оценка погрешности метода простых итераций	УК-3.3.2
39	Метод Ньютона	УК-3.3.2
40	Сходимость метода Ньютона	УК-3.3.2
41	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t) = P_0 \ln(kt - 1)$ ($k = 10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0 = 10^8$ Вт).	ОПК-3.В.1
42	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t) = P_0 k^{-2} (\tau - t)^2$ ($k = 10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0 = 10^8$ Вт).	ОПК-3.В.1
43	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения	ОПК-3.В.1

	длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t)=P_0 \cos [(\pi t)/(2\tau)]$ ($k=10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0= 10^8$ Вт).	
44	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t)=P_0 k t$ ($k=10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0= 10^8$ Вт).	ОПК-3.В.1
45	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t)=P_0 k (\tau - t)$ ($k=10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0= 10^8$ Вт).	ОПК-3.В.1
46	<u>Задача.</u> Определите энергию импульсного лазерного излучения длительностью τ , если его мощность зависит от времени следующим образом ($k, P_0, \tau = \text{const}$): $P(t)=P_0 \cos^2 [(\pi t)/(2\tau)]$ ($k=10^8$ 1/с, $\tau = 10^{-8}$ с, $P_0= 10^8$ Вт).	ОПК-3.В.1
47	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1
48	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0 [1 - (\rho^2 / r_0^2)]$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1
49	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0 \cos [(\pi \rho)/(2r_0)]$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1
50	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0 \cos^2 [(\pi \rho)/(2r_0)]$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1
51	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0 \exp(-\rho/r_0)$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1
52	<u>Задача.</u> Определите мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга, радиуса r_0 , а плотность мощность излучения в ней распределена по закону $q = f(\rho, \varphi) = q_0 \exp(-\rho/r_0)^2$, где ρ, φ – полярные координаты в плоскости поверхности; $r_0= 1$ см; $q_0 = 10$ Вт/м ² .	ОПК-3.В.1

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
	Не предусмотрено	

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

Целью дисциплины является – получение студентами представления о современных интеллектуальных системах и интеллектуальных методах технологического проектирования, об использовании интеллектуальных систем в решении технологических задач, применении технологического оборудования с элементами искусственного интеллекта в производства электронных средств; развитие навыков и способностей студентов к самостоятельному освоению и разработке современного технологического оборудования с элементами искусственного интеллекта различного назначения, развитие понимания ими возможностей технологического проектирования как абстрактного и образного мышления, алгоритмического творчества для использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

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:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Требования к структуризации лекции определяются требованиями обеспечения качества лекций и необходимостью управления этим процессом. Лекция как элемент образовательного процесса должна включать следующие этапы:

1. Начальный этап каждого лекционного занятия – оглашение основной темы лекции с краткой аннотацией предлагаемых для изучения вопросов. Лектор должен сообщить о примерном плане проведения лекции и предполагаемом распределении бюджета времени. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, необходимо кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов.

2. В вводной части достаточно кратко характеризуется место и значение данной темы в курсе, дается обзор важнейших источников и формулируются основные вопросы или задачи, решение которых необходимо для создания стройной системы знаний в данной предметной области. В этой части лекции демонстрируются основные педагогические методы, которые будут использоваться при изложении материала и устанавливается контакт с аудиторией.

3. Основная часть лекции имеет своей целью раскрытие содержания основных вопросов или разделов и определяется логической структурой плана лекции. При этом используются основные педагогические способы изложения материала: описание-характеристика, повествование, объяснение и др. Лектор должен также уметь использовать эффективные методические приемы изложения материала - анализ, обобщение, индукцию, дедукцию, противопоставления, сравнения и т. д., обеспечивающие достаточно высокий уровень качества учебного процесса.

4. В заключительной части лекции проводят обобщение наиболее важных и существенных вопросов, делаются выводы и формулируются задачи для самостоятельной работы слушателей. Оставшееся время используют для ответов на вопросы, задаваемые слушателями, и, по возможности, для дискуссии о содержании лекции.

Требования к проведению лекции

Содержание лекционного материала должно строго соответствовать содержательной части утвержденной рабочей учебной программы дисциплины и обеспечить выполнение следующих функций для данного вида занятия:

- информационную (излагает необходимые сведения);
- стимулирующую и мотивационную (пробуждает интерес к теме, формирование познавательного интереса к содержанию учебной дисциплины и профессиональной мотивации будущего специалиста, содействие активизации мышления студентов);
- воспитывающую (формирование сознательного отношения к процессу обучения, стремления к самостоятельной работе и всестороннему овладению профессиональными навыками);
- развивающую (дает оценку явлениям, развивает мышление);
- ориентирующую (в проблеме, в литературе);
- разъясняющую (направленная прежде всего на формирование основных понятий науки);
- убеждающую (с акцентом на системе доказательств).

Незаменима лекция и в функции систематизации и структурирования всего массива знаний по данной дисциплине. Содержание и форма проведения лекционного занятия должны соответствовать требованиям, определяющим качественный уровень образовательного процесса. К ним относятся:

- научная обоснованность, информативность и современный научный уровень дидактических материалов, излагаемых в лекции;
 - методически отработанная и удобная для восприятия последовательность изложения и анализа, четкая структура и логика раскрытия излагаемых вопросов;
 - глубокая методическая проработка проблемных вопросов лекции, доказательность и аргументированность, наличие достаточного количества ярких, убедительных примеров и научных доказательств;
 - яркость изложения, эмоциональность, использование эффективных ораторских приемов - выведение главных мыслей и положений, подчеркивание выводов, изложение доступным и ясным языком, разъяснение вновь вводимых терминов и названий;
 - вовлечение в познавательный процесс аудитории, активизация мышления слушателей, постановка вопросов для творческой деятельности;
- использование технических средств обучения, наглядных пособий, плакатов и по возможности аудиовизуальных дидактических материалов, усиливающих эффективность образовательных технологий.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (не предусмотрено учебным планом)

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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 обучающимися 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

По своей тематике практические занятия должны: иметь рационально выстроенную структуру; согласовываться с содержанием дисциплины; предусматривать отработки и развитие профессиональных умений; развивать интеллектуальные умения студентов; отмечаться высоким научно-теоретическим уровнем; быть надлежащим образом обеспеченными дидактическими материалами и средствами обучения.

В процессе практического занятия должно обеспечиваться: конструктивное взаимодействие и общение, доброжелательность и уважение в отношениях преподавателя со студентами, объективность и требовательность преподавателя относительно оценки учебных достижений студентов; высокий уровень самостоятельности и активности студентов; умением преподавателя наладить контакт с аудиторией, предотвращать возникновение конфликтных ситуаций, а в случае возникновения уметь их устранить; умение поддерживать работоспособность студентов.

Типичными структурными элементами занятия являются: вводная, основная и заключительная части.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы. В ее состав входят:

- формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;

- рассмотрение связей данной темы с другими темами курса;
- изложение теоретических основ работы;
- характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение подходов (методов, способов, приемов) к их выполнению;
- характеристика требований к результату работы;
- вводный инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
- проверка готовности студентов к выполнению заданий работы;
- пробное выполнение заданий под руководством преподавателя;
- указания по самоконтролю результатов выполнения заданий студентами.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами.

Может сопровождаться:

- дополнительными разъяснениями по ходу работы;
- устранением трудностей при выполнении заданий работы;
- текущим контролем и оценкой результатов работы;
- поддержанием в рабочем состоянии технических средств;
- ответами на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение общих итогов (позитивных, негативных) занятия;
- оценку результатов работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы студентов;
- выдачу рекомендаций по улучшению показателей работы и устранению пробелов в системе знаний и умений студентов;
- сбор отчетов студентов по выполненной работе для проверки преподавателем;
- изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы, в частности, о подлежащей изучению учебной литературе.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (не предусмотрено учебным планом)

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

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).

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, стимулирования учебной деятельности обучающихся, совершенствования методики проведения занятий и проводится в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем.

Методы текущего контроля успеваемости выбираются преподавателем самостоятельно исходя из специфики дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости студентов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- иные виды, определяемые преподавателем.

Результаты текущего контроля успеваемости отражаются в журнале учета учебных занятий и используются для оперативного управления образовательным процессом.

Каждый вид текущего контроля успеваемости студентов оценивается соответствующими баллами в рамках 100 – балльной системы оценки работы студентов за семестр. В этом случае, используются система и критерии оценки знаний обучающихся, указанные в локальных нормативных актах ГУАП. Баллы, полученные в результате текущего контроля успеваемости, учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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 – форму 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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