

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

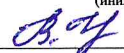
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)



«17» 02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

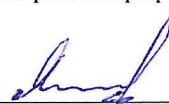
«Компьютерное моделирование лазерных установок и систем»
(Наименование дисциплины)

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
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

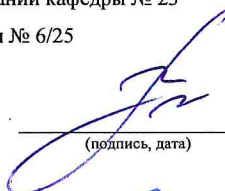
А.Н. Якимов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.Р. Бестугин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерное моделирование лазерных установок и систем» 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-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»

ПК-1 «Способен к анализу научно-технической проблемы, формированию цели, задачи и плана научного исследования в области лазерной техники и технологий»

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 методах компьютерного моделирования и их использовании в разработке лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем. Курс нацелен на развитие навыков и способностей студентов к использованию методов компьютерного 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, лабораторные работы, 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 «Компьютерное моделирование лазерных установок и систем» являются: формирование у студентов представления о современных методах компьютерного моделирования и их использовании в разработке лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем. Курс нацелен на развитие навыков и способностей студентов к использованию методов компьютерного 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 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
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.В.2 владеть навыками решения профессиональных задач в условиях цифровизации общества
Универсальные компетенции	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.В.2 владеть навыками использования цифровых средств, обеспечивающих удаленное взаимодействие членов команды
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен к анализу научно-технической проблемы, формированию цели, задачи и плана научного исследования в области лазерной техники и технологий	ПК-1.В.1 владеть навыками разработки моделей функционирования приборов, узлов и элементов лазерной техники
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных	ПК-2.3.2 знать методики расчёта оптических систем лазерных и оптико-электронных приборов и оборудования ПК-2.3.3 знать стандартные языки программирования, стандартные системы автоматизированного проектирования оптических систем; стандартные и

	приборов и систем	специальные пакеты математического моделирования, в том числе с применением методов искусственного интеллекта и машинного обучения ПК-2.У.1 уметь определять выходные параметры и функции разрабатываемых приборов, узлов и элементов лазерных приборов и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации 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, в том числе с применением методов искусственного интеллекта и машинного обучения
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 ПК-3.В.1 владеть системами компьютерного проектирования оптических и лазерных приборов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «История и современные проблемы лазерной техники и лазерных технологий»;
- «Методология научных исследований»;
- «Принципы лазеров»;
- «Оптика лазеров»;
- «Проектирование лазерных систем».
- «Математические методы и моделирование в лазерной технике и технологиях»;
- «Лазерные системы передачи информации».

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

- «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
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	20	20
Аудиторные занятия, всего час.	52	52
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: 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)
Семестр 3					
Раздел 1. Аналитическое моделирование лазерных устройств и систем					
Тема 1.1. Моделирование линейных устройств и систем	2	2	2		2
Тема 1.2. Моделирование нелинейных устройств и систем	2	2	2		2
Тема 1.3. Анализ размерности математической модели	2	2	2		2
Раздел 2. Численное моделирование лазерных устройств и систем					
Тема 2.1. Моделирование динамики нелинейных устройств и систем	2	2	2		2
Тема 2.2. Моделирование динамики линейных устройств и систем	2	2	2		2

Раздел 3. Имитационное моделирование лазерных устройств и систем Тема 3.1. Имитационное моделирование лазерных устройств и систем	2	2	2		2
Раздел 4. Оптимизационные модели в проектировании лазерных устройств и систем Тема 4.1. Оптимизационные модели в проектировании лазерных устройств и систем	2	2			2
Раздел 5. Планирование, обработка и анализ результатов компьютерного моделирования Тема 5.1. Планирование, обработка и анализ результатов компьютерного моделирования	3	3	5		7
Итого в семестре:	17	17	17	0	21
Итого	17	17	17	0	21

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
1	Аналитическое моделирование лазерных устройств и систем Моделирование линейных устройств и систем. Моделирование нелинейных устройств и систем. Анализ размерности математической модели.
2	Численное моделирование лазерных устройств и систем Моделирование динамики нелинейных устройств и систем. Моделирование динамики линейных устройств и систем.
3	Имитационное моделирование лазерных устройств и систем Понятие имитационного моделирования. Достоинства и недостатки имитационного моделирования. Методы моделирования устройств и систем. Статистическое моделирование. Статистическая модель случайного процесса. Методика статистического моделирования. Алгоритм метода статистических испытаний.
4	Оптимизационные модели в проектировании лазерных устройств и систем Оптимизационные задачи и оптимизационные модели. Оптимизационные задачи с линейной зависимостью между переменными. Геометрическая интерпретация оптимизационных задач линейного программирования (ОЗЛП). Симплексный метод решения ОЗЛП.

5	Планирование, обработка и анализ результатов компьютерного моделирования Планирование машинных экспериментов: машинный эксперимент; стратегическое и тактическое планирование экспериментов. Обработка и анализ результатов компьютерного моделирования: особенности статистической обработки результатов моделирования; корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ результатов моделирования. Численные методы в моделировании устройств и систем. Использование пакета MatLAB в моделировании лазерных приборов, систем, комплексов и технологий. Использование пакета MathCAD в моделировании лазерных приборов, систем, комплексов и технологий.
---	--

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 3					
1	Моделирование линейных устройств и систем	Групповые дискуссии	2	1	1
2	Моделирование нелинейных устройств и систем	– " –	2	1	1
3	Анализ размерности математической модели	– " –	2	1	1
4	Моделирование динамики нелинейных устройств и систем	– " –	2	1	2
5	Моделирование динамики линейных устройств и систем	– " –	2	1	2
6	Имитационное моделирование лазерных устройств и систем	– " –	2	1	3
7	Оптимизационные модели в проектировании лазерных устройств и систем	– " –	2	1	4
8	Планирование, обработка и анализ результатов компьютерного моделирования	– " –	3	3	5
Всего			17	10	1-5

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
Семестр 3				
1	Моделирование вынужденного комбинационного рассеяния при распространении лазерного излучения в оптоволоконном тракте	4	2	1-3, 5
2	Моделирование предельных режимов распространения лазерного излучения в оптоволоконном тракте	4	2	1-3, 5
3	Моделирование поверхностной обработки материалов лазерным излучением	4	2	1-3, 5
4	Модельное исследование двухуровневого одномодового лазера в режимах свободной генерации и модулированной добротности	3	2	1-3, 5
5	Моделирование стационарного режима генерации твердотельного лазера	2	2	1-3, 5
Всего		17	10	1-3, 5

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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	12
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)	3	3
Всего:	21	21

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)	Гульятеев, А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие / А. К. Гульятеев. – 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 (ГУАП)	Чернецкий, В.И. Математическое моделирование стохастических систем: монография / В. И. Чернецкий; Петрозаводск: Петрозавод. гос. ун-т, 1994.– 286 с.	1
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
621.373/Я 45 (ГУАП)	Якимов А.Н. Моделирование лазерных установок и систем контроля: учебно-методическое пособие / А.Н. Якимов, А.Р. Бестугин, И. А. Кирина. – СПб.: Изд-во ГУАП, 2023. – 44 с.	5
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/eblook/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 № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023
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 таблице12.

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»	51-06-03 (Б. Морская)
2	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; Экзаменационные билеты; Тесты; Практические задания.

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»	– 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;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– 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»	– 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»	– 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	Аналитическое моделирование линейных устройств и систем	УК-2.В.2
2	Аналитическое моделирование нелинейных устройств и систем	УК-2.В.2
3	Анализ размерности математической модели	УК-2.В.2
4	Моделирование динамики нелинейных устройств и систем	УК-3.В.2
5	Моделирование динамики линейных устройств и систем	УК-3.В.2
6	Непрерывное моделирование	УК-3.В.2
7	Непрерывно-дискретное моделирование	УК-3.В.2
8	Имитационное моделирование	ПК-1.В.1
9	Моделирование по методу Монте-Карло	ПК-1.В.1
10	Методы и алгоритмы моделирования случайных величин и событий	ПК-2.3.2
11	Моделирование случайных чисел	ПК-2.3.2
12	Моделирование равномерно распределенных случайных величин	ПК-2.3.2
13	Моделирование нормально распределенных случайных величин	ПК-2.3.2
14	Моделирование дискретных случайных величин	ПК-2.3.2
15	Моделирование непрерывных случайных величин	ПК-2.3.2
16	Проверка гипотезы о законе распределения методом гистограмм	ПК-2.3.3
17	Оптимизационные модели	ПК-3.3.3

18	Конструирование целевой функции	ПК-3.3.3
19	Многомерный и одномерный поиск оптимума	ПК-3.3.3
20	Оптимизационные задачи линейного программирования	ПК-3.3.3
21	Машинный эксперимент с моделью исследуемой или проектируемой системы	ПК-2.У.1
22	Стратегическое планирование экспериментов	ПК-2.У.4
23	Тактическое планирование экспериментов	ПК-2.У.4
24	Особенности статистической обработки результатов расчета на ЭВМ.	ПК-2.У.5
25	Корреляционный анализ в моделировании устройств и систем.	ПК-2.3.2
26	Регрессионный анализ в моделировании устройств и систем.	ПК-2.3.2
27	Дисперсионный анализ результатов моделирования	ПК-2.3.2
28	Метод конечных разностей в моделировании устройств и систем	ПК-3.3.3
29	Метод конечных элементов в моделировании устройств и систем	ПК-3.3.3
30	Метод граничных элементов в моделировании устройств и систем	ПК-3.3.3
31	Операции с векторами и матрицами в среде <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
32	Функции прикладной численной математики в среде <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
33	Создание функций в среде <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
34	Графическое оформление результатов исследования модели в <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
35	Формирование случайных процессов в <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
36	Процедуры спектрального и статистического анализа процессов в <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
37	Исследование линейных стационарных систем в <i>MatLAB</i> .	ПК-3.В.1
38	Встроенные функции в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
39	Интегрирование в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
40	Дифференцирование в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
41	Графический вывод данных в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
42	Встроенные матричные функции в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
43	Решение уравнений и систем уравнений в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
44	Решение нелинейных систем уравнений в <i>MathCAD</i> .	ПК-3.В.1
45	Матричные способы решения линейных систем уравнений в <i>MathCAD</i> .	ПК-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												
1	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Когда необходим анализ размерности математической модели? А) Когда размерности физических величин математической модели влияют на способ расчета В) Когда размерности физических величин математической модели не соответствует системе СИ С) Когда характер взаимосвязи величин, участвующих в описании объекта моделирования до конца неизвестен Д) Когда физические величины математической модели имеют размерности разных систем измерения	УК-2.В.2												
2	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. В каком случае нелинейные звенья устройств и систем допускают линеаризованное описание? А) Нелинейные звенья в режимах малого отклонения от рабочего состояния В) Нелинейные звенья в режимах большого отклонения от рабочего состояния С) Усилительные звенья в режиме малого сигнала Д) Усилительные звенья в режиме сигнала высокого уровня	УК-2.В.2												
3	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы процесса анализа размерности математической модели в правильной последовательности: А) Представление моделируемого функционального звена в виде классического «черного ящика» с неизвестными связями В) Анализ размерности комплекса физических величин С) Представление комплекса физических величин, входящих в математическую модель, в виде их произведения с произвольными степенями Д) Поиск дополнительных параметров математической модели, приводящих комплекс физических величин к безразмерному виду	УК-2.В.2												
4	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между особенностями физических величин, входящих в математическую модель, и их названиями: <table><tr><td>А) Числовые значения величин одинаковы во всех принятых системах единиц измерения</td><td>1) Константы</td></tr><tr><td>В) Числовые значения некоторых величин не зависят от каких-либо параметров и не меняются со временем</td><td>2) Размерные величины</td></tr><tr><td>С) Числовые значения величин зависят от применяемой системы единиц измерения</td><td>3) Безразмерные величины</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А) Числовые значения величин одинаковы во всех принятых системах единиц измерения	1) Константы	В) Числовые значения некоторых величин не зависят от каких-либо параметров и не меняются со временем	2) Размерные величины	С) Числовые значения величин зависят от применяемой системы единиц измерения	3) Безразмерные величины	А	В	С				УК-2.В.2
А) Числовые значения величин одинаковы во всех принятых системах единиц измерения	1) Константы													
В) Числовые значения некоторых величин не зависят от каких-либо параметров и не меняются со временем	2) Размерные величины													
С) Числовые значения величин зависят от применяемой системы единиц измерения	3) Безразмерные величины													
А	В	С												

5	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите, что понимают под синтезом (рекомпозицией) системы.	УК-2.В.2				
6	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Какое моделирование системы по времени называется непрерывным? А) Моделирование, в котором состояния системы меняются непрерывно в пространстве В) Моделирование, в котором состояния системы меняются дискретно в пространстве с малым шагом дискретизации С) Моделирование, в котором состояния системы меняются непрерывно во времени Д) Моделирование, в котором состояния системы меняются непрерывно в дискретно во времени с малым шагом дискретизации	УК-3.В.2				
7	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Чем хорош алгоритм численного моделирования динамики устройств и систем по методу Рунге-Кутты? А) Можно использовать по единый алгоритм для моделирования линейных и нелинейных систем произвольного порядка В) Можно использовать единый алгоритм для моделирования линейных систем низших порядков С) Алгоритм может быть адаптивным по величине шагов по времени Д) Можно использовать единый алгоритм для моделирования нелинейных систем низших порядков	УК-3.В.2				
8	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы непрерывно-дискретного моделирования процесса разгрузки танкера нефти в правильной последовательности: А) Представление прибытия танкера в разгрузочный док в заданный интервал времени как дискретного события В) Описание скорости изменения переменных непрерывного состояния с помощью дифференциальных уравнений С) Представление уровней нефти в разгружаемом танкере и резервуаре-хранилище переменными непрерывного состояния Д) Планирование дискретного события завершения разгрузки танкера при достижении переменной непрерывного состояния порогового значения	УК-3.В.2				
9	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между особенностями дифференциальных уравнений, используемых в непрерывном моделировании устройств и систем, и особенностью их решения: <table><tr><td>А) Дифференциальные уравнения очень просты</td><td>1) Аналитическое решение невозможно</td></tr><tr><td>В) Дифференциальные уравнения имеют высокий порядок, но не заданы специальные значения для переменных состояния в начальный момент времени</td><td>2) Возможно численное решение</td></tr></table>	А) Дифференциальные уравнения очень просты	1) Аналитическое решение невозможно	В) Дифференциальные уравнения имеют высокий порядок, но не заданы специальные значения для переменных состояния в начальный момент времени	2) Возможно численное решение	УК-3.В.2
А) Дифференциальные уравнения очень просты	1) Аналитическое решение невозможно					
В) Дифференциальные уравнения имеют высокий порядок, но не заданы специальные значения для переменных состояния в начальный момент времени	2) Возможно численное решение					

	С) Дифференциальные уравнения имеют высокий порядок, но заданы специальные значения для переменных состояния в начальный момент времени 3) Возможно аналитическое решение							
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			А	В	С			
А	В	С						
10	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите, какая идея применения метода Рунге-Кутта в моделировании динамики устройств и систем.	УК-3.В.2						
11	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ В каком случае имитационная модель оказывается единственным способом исследования сложной системы? А) Аналитические методы описания процесса или системы имеются, но они сложны и трудоемки В) Аналитические методы описания процесса или системы отсутствуют С) Когда невозможно наблюдать явления в реальных условиях Д) Если не существует законченной постановки задачи исследования	ПК-1.В.1						
12	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. В чем особенности разработки имитационной модели в сравнении с аналитической моделью? А) Дороже создания аналитической модели В) Дешевле создания аналитической модели С) Требуется больших временных затрат Д) Требуется меньших временных затрат	ПК-1.В.1						
13	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы обобщенного алгоритма метода статистических испытаний в правильной последовательности: А) Формирование равномерно распределенных случайных чисел В) Вычисление реакции объекта, процесса или системы на случайные воздействия С) Преобразование равномерно распределенных случайных чисел в последовательность с заданным законом Д) Статистическая обработка	ПК-1.В.1						
14	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между особенностями метода математического моделирования сложных процессов и систем, подверженных случайным возмущениям, и их названиями: <table><tr><td>А) Влияние случайных факторов учитывается с помощью задания вероятностных характеристик случайных процессов</td><td>1) Вероятностное имитационное моделирование</td></tr><tr><td>В) Опираются не с характеристиками случайных процессов, а с конкретными случайными числовыми</td><td>2) Моделирование методом Монте-Карло</td></tr></table>	А) Влияние случайных факторов учитывается с помощью задания вероятностных характеристик случайных процессов	1) Вероятностное имитационное моделирование	В) Опираются не с характеристиками случайных процессов, а с конкретными случайными числовыми	2) Моделирование методом Монте-Карло	ПК-1.В.1		
А) Влияние случайных факторов учитывается с помощью задания вероятностных характеристик случайных процессов	1) Вероятностное имитационное моделирование							
В) Опираются не с характеристиками случайных процессов, а с конкретными случайными числовыми	2) Моделирование методом Монте-Карло							

	<table><tr><td>значениями параметров процессов и систем</td><td></td></tr><tr><td>С) Моделируют на компьютере псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками</td><td>3) Вероятностное аналитическое моделирование</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	значениями параметров процессов и систем		С) Моделируют на компьютере псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками	3) Вероятностное аналитическое моделирование	A	B	C				
значениями параметров процессов и систем												
С) Моделируют на компьютере псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками	3) Вероятностное аналитическое моделирование											
A	B	C										
15	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите, что представляет собой имитационное моделирование.	ПК-1.В.1										
16	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Зависит ли число возможных значений непрерывной случайной величин от выбранного числового промежутка? А) Зависит В) Зависит при выполнении дополнительных условий С) Не зависит Д) Не зависит при выполнении дополнительных условий	ПК-2.3.2										
17	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Какая информация необходима для задания дискретной случайной величины? А) Все возможные значения случайной величины В) Математическое ожидание случайной величины С) Вероятности всех возможных значений случайной величины Д) Дисперсия случайной величины	ПК-2.3.2										
18	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы решения проблем при тактическом планировании машинного эксперимента в правильной последовательности: А) Определение начальных условий и их влияния на достижение установившегося результата при моделировании В) Уменьшение дисперсии оценок характеристик процесса функционирования моделируемых систем С) Обеспечение точности и достоверности результатов моделирования Д) Выбор правил автоматической остановки имитационного эксперимента с моделями систем	ПК-2.У.4										
19	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между физическим смыслом и числовыми характеристиками случайной величина, к которым они относятся в правильной последовательности: <table><tr><td>А) Характеризует среднее значение случайной величины</td><td>1) Дисперсия</td></tr><tr><td>В) Позволяет оценить, как рассеяны возможные значения случайной величины вокруг математического ожидания</td><td>2) Отклонение</td></tr><tr><td>С) Разность между значением случайной величины и ее математическим ожиданием</td><td>3) Математическое ожидание</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:	А) Характеризует среднее значение случайной величины	1) Дисперсия	В) Позволяет оценить, как рассеяны возможные значения случайной величины вокруг математического ожидания	2) Отклонение	С) Разность между значением случайной величины и ее математическим ожиданием	3) Математическое ожидание	ПК-2.3.2				
А) Характеризует среднее значение случайной величины	1) Дисперсия											
В) Позволяет оценить, как рассеяны возможные значения случайной величины вокруг математического ожидания	2) Отклонение											
С) Разность между значением случайной величины и ее математическим ожиданием	3) Математическое ожидание											

		A	B	C														
20	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите, что позволяет сделать дисперсионный анализ при обработке результатов моделирования. 					ПК-2.3.2												
21	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Какой элемент не входит в структуру оптимизационной модели? A) Целевая функция B) Область допустимых решений C) Математическое уравнение, описывающее объект моделирование D) Система ограничений					ПК-3.3.3												
22	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Из каких элементов в самом общем виде состоит целевая функция? A) Управляемых переменных B) Интервалов изменения переменных C) Неуправляемых переменных D) Исходных данных					ПК-3.3.3												
23	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы поиска оптимума методом скорейшего спуска в правильной последовательности: A) Выбор исходной точки в виде значений параметров целевой функции B) На каждом шаге проверяется выполнение условие движения, при выполнении которого текущее значение целевой функции должно быть меньше предыдущего шагом C) Поиск градиента и движение в направлении антиградиента с заданным D) Проверяется условие остановки процесса поиска оптимума					ПК-3.3.3												
24	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между характеристиками линий разного уровня и географическими понятиями, вводимыми в зависимости от целевой функций при решении задач оптимизации: <table><tr><td>A) Соседние линии равного уровня изменяются очень слабо в широком диапазоне аргументов</td><td>1) Возвышенность</td></tr><tr><td>B) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций возрастают от внешних линий к внутренним</td><td>2) Впадина</td></tr><tr><td>C) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций убывают от внешних линий к внутренним</td><td>3) Долина</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>					A) Соседние линии равного уровня изменяются очень слабо в широком диапазоне аргументов	1) Возвышенность	B) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций возрастают от внешних линий к внутренним	2) Впадина	C) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций убывают от внешних линий к внутренним	3) Долина	A	B	C				ПК-3.3.3
A) Соседние линии равного уровня изменяются очень слабо в широком диапазоне аргументов	1) Возвышенность																	
B) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций возрастают от внешних линий к внутренним	2) Впадина																	
C) Соседние линии равного уровня представляют собой замкнутые линии и значения описывающих их функций убывают от внешних линий к внутренним	3) Долина																	
A	B	C																

25	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. <u>Опишите, каким образом решаются оптимизационные задачи.</u>	ПК-3.3.3
----	---	----------

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 умело 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.

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

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

Задание к проведению лабораторной работы определяется целью проведения этой работы, содержит исходные данные для предварительного теоретического расчета, а также программу компьютерных экспериментальных исследований характеристик и параметров исследуемых процессов и объектов в заданной предметной области.

Например, в лабораторной работе «Модельное исследование двухуровневого одномодового лазера в режимах свободной генерации и модулированной добротности» студентам предлагается смоделировать динамику генерации, временных и энергетических характеристик излучения твердотельного лазера, работающего в режимах свободной генерации (СГ) и модулированной добротности (МД).

Задание к лабораторной работе предлагает:

1. Изучить влияние параметров лазера на характер фазовых траекторий в режиме свободной генерации (начальная инверсия $u_1=0$) при отсутствии потерь в резонаторе (коэффициент потерь равен $\gamma=0$). Определить энергию генерации, характерную пиковую мощность и характерный период следования пиков свободной генерации. Получить значение энергии при коэффициенте потерь $\gamma=0.01$. При проведении расчетов интервал времени " $t_f = t/T_1$ " (T_1 – время жизни верхнего лазерного уровня) выбрать из диапазона значений 3-10 в зависимости от условий генерации. Значение параметра накачки " α " выбрать в соответствии с вариантом исходных данных (таблица 21).

2. Исследовать энергетические и временные параметры импульса лазерной генерации при мгновенном включении модулятора добротности (влиянием накачки пренебречь: $\alpha=0$). Определить энергию, пиковую мощность и длительность моноимпульса, время развития генерации. При проведении расчетов интервал времени " t_f " выбрать из диапазона значений 0,001-0,1 в зависимости от условий генерации. Значение начальной инверсии " u_1 " выбрать в соответствии с вариантом исходных данных (таблица 20).

Таблица 20 – Варианты исходных данных

№ п/п	Параметр G , отн. ед.	Параметр накачки α , отн. ед.	Начальная инверсия u_1 , отн. ед.
1	10^3	1,5	1,5
2	10^4	2,0	2,0
3	10^3	2,5	3,0
4	10^4	3	4
5	10^3	4	5
6	10^4	1,5	1,5
7	10^3	2,0	2,0
8	10^4	2,5	3,0
9	10^3	3	4
10	10^4	4	5

11	10^3	1,5	1,5
12	10^4	2,0	2,0

Параметр $G = T_1/t_c$, где t_c – время жизни фотона в резонаторе.

Подробно с методикой выполнения лабораторной работы можно ознакомиться в следующем интернет ресурсе: 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. – URL: <http://window.edu.ru/resource/734/72734/files/itmo483.pdf>.

Методики выполнения других лабораторных работ представлены в учебно-методическом пособии «Моделирование лазерных установок и систем»/ А.Н. Якимов, А.Р. Бестугин, И.А. Киршина. – С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. Электрон. текстовые дан. Санкт-Петербург: [б. и.], 2022. 45 с.

Требования к проведению лабораторных работ следующие.

Лабораторные работы выполняются индивидуально каждым студентом. Перед выполнением лабораторных работ студент изучает используемый метод моделирования и программу исследования, пакет прикладных программ, используемый для моделирования, а также требования по технике безопасности в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы студент также составляет методику исследования процессов и объектов в заданной предметной области, оформляет теоретическую часть отчета с необходимыми расчетами и таблицами для занесения значений полученных при выполнении работы величин.

К лабораторной работе допускаются только студенты, прошедшие индивидуальное собеседование с преподавателем и показавшие умение правильно использовать аппаратуру, ясно и четко представляющие порядок выполнения работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчёт формируется в следующем порядке:

1. Титульный лист.
2. Протокол к лабораторной работе с подписью преподавателя или сотрудника.

Протокол к лабораторной работе является лабораторным журналом, содержащим необходимые для выполнения лабораторной работы исходные данные, зафиксированные в процессе выполнения лабораторной работы результаты. Без подписанного преподавателем или сотрудником протокола отчет к защите не принимается.

3. Цель работы.

Цель работы показывает, для чего выполняется работа, например, для получения или закрепления каких навыков, изучения каких явлений, законов и т.п.

4. Краткое содержание работы.

Краткое содержание работы включает теоретическое описание тематики лабораторной работы, описание моделей, методов и алгоритмов, необходимых для моделирования процессов и объектов в заданной предметной области на компьютере и обработки полученных данных.

5. Результаты предварительного расчета.

Предварительные расчеты проводятся в соответствии с заданием и позволяют теоретически оценить параметры и характеристики исследуемых процессов и объектов.

6. Обработка результатов.

Обработка результатов включает описание хода выполнения работы, перечень полученных результатов, сопровождающихся необходимыми комментариями, расчетами и промежуточными выводами, схемы, чертежи, графики, диаграммы и т. д.

7. Выводы по результатам выполнения работы.

Выводы по работе делаются на основании обобщения полученных результатов. В выводах также отмечаются все недоработки, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п.

8. Приложения.

В приложения выносятся библиографический список, содержащий ссылки на книги, периодические издания, интернет ресурсы, использованные при выполнении работы и оформлении отчёта. В основном тексте отчёта ссылки на пункты библиографического списка приводятся в следующем виде: [1, стр.2], где 1 – номер пункта, стр. 2 – дополнительное уточнение местоположения в тексте.

В приложение выносятся также справочная и прочая информация, не включённая в основные разделы отчёта.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Образец оформления титульного листа приведен на сайте: <http://standarts.guap.ru/>.

Отчёт по лабораторной работе выполняется каждым студентом на листах белой бумаги формата А4 в печатном или рукописном виде. Компьютерное оформление является более предпочтительным, однако допускается частично или полностью аккуратно оформлять отчет от руки. Небрежно оформленные или неразборчиво написанные отчеты отправляются на переделку.

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру сверху.

При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 3 см, остальные – 2 см.

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;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- 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 – 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».

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