

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

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«26» 06 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

_____ 24.06.24
(подпись, дата)

Г.А. Петров
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23
«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

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)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Измерительные технологии в лазерной технике»
(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	2024

Аннотация

Дисциплина «Измерительные технологии в лазерной технике» 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:

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»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием зондирующего луча лазера, прохождением луча через среду, приёмом и регистрацией излучения. Рассматриваются вопросы выделения информативных признаков в принятом сигнале.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

получение обучающимися знаний, умений и навыков в области разработки и создания лазерных средств измерений физических величин различной природы.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен к анализу научно-технической проблемы, формированию цели, задачи и плана научного исследования в области лазерной техники и технологий	ПК-1.3.2 знать области применения лазерной техники и лазерных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем	ПК-2.В.1 владеть навыком выбора элементной базы для проведения экспериментальных исследований и измерений ПК-2.В.2 владеть навыком выбора метода проведения экспериментальных исследований и измерений ПК-2.В.3 владеть навыком обработки и анализа результатов исследований и измерений

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «_____»»,
- «_____»»,
- ...

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

- «_____»»,
- «_____»»,
- ...

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
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.

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 2					
Раздел 1. Виды измерительных систем Тема 1.1. Пассивные измерительные системы Тема 1.2. Активные измерительные системы Тема 1.3. Лазерные измерения как активный способ исследований	2	2			5
Раздел 2. Лазерные измерения дистанции Тема 2.1. Методы формирования измерительной информации Тема 2.2. Времяпролётный метод измерений. Расчёт характеристик измерительного тракта. Тема 2.3. Методы фазовой дальнометрии.	4	4			7
Раздел 3. Лазерные методы измерений скорости Тема 3.1. Когерентный и некогерентный способы измерений Тема 3.2. Измерения скорости твёрдой цели. Тема 3.3. Измерение скорости движения аэрозоля. Тема 3.4. Измерение параметров вибрации.	5	5			9
Раздел 4. Измерения состава вещества Тема 4.1. Измерение фазового состава аэрозоля Тема 4.2. Измерение химического состава газовой смеси	3	3			9

Раздел 5. Специальные измерения Тема 5.1. Измерение турбулентности Тема 5.2. Ультразвуковые измерения с лазерным возбуждением и регистрацией ультразвуковых колебаний	3	3			8
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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	Виды измерительных систем Тема 1.1. Пассивные измерительные системы Тема 1.2. Активные измерительные системы Тема 1.3. Лазерные измерения как активный способ исследований
2	Лазерные измерения дистанции Тема 2.1. Методы формирования измерительной информации Тема 2.2. Времяпролётный метод измерений. Расчёт характеристик измерительного тракта. Тема 2.3. Методы фазовой дальнометрии.
3	Лазерные методы измерений скорости Тема 3.1. Когерентный и некогерентный способы измерений Тема 3.2. Измерения скорости твёрдой цели. Тема 3.3. Измерение скорости движения аэрозоля. Тема 3.4. Измерение параметров вибрации.
4	Измерения состава вещества Тема 4.1. Измерение фазового состава аэрозоля Тема 4.2. Измерение химического состава газовой смеси
5	Специальные измерения Тема 5.1. Измерение турбулентности Тема 5.2. Ультразвуковые измерения с лазерным возбуждением и регистрацией ультразвуковых колебаний

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
1	Пассивные измерительные системы	Семинар	1		1

2	Активные измерительные системы	Семинар	1		1
3	Лазерные измерения как активный способ исследований	Семинар	1		1
4	Методы формирования измерительной информации	Семинар	1		1
5	Времяпролётный метод измерений. Расчёт характеристик измерительного тракта.	Семинар	1		2
6	Методы фазовой дальнометрии	Семинар	1		2
7	Когерентный и некогерентный способы измерений	Семинар	1		3
8	Измерения скорости твёрдой цели	Семинар	1		3
9	Измерение скорости движения аэрозоля	Семинар	2		3
10	Измерение параметров вибрации	Семинар	1		3
11	Измерение фазового состава аэрозоля	Семинар	2		4
12	Измерение химического состава газовой смеси	Семинар	2		4
13	Измерение турбулентности	Семинар	1		5
14	Ультразвуковые измерения с лазерным возбуждением и регистрацией ультразвуковых колебаний	Семинар	1		5
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

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

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	15	15
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	13	13
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)
https://e.lanbook.com/book/212447	Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
https://e.lanbook.com/book/228755	Борейшо, А. С. Лидарные	

	комплексы для исследования атмосферы / А. С. Борейшо, М. А. Коняев, А. А. Ким. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-9798-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
--	--	--

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
https://www.laser-portal.ru/	Лазерный Портал

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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	Пассивные измерительные системы	ПК-1.3.2
2	Активные измерительные системы	ПК-1.3.2
3	Лазерные измерения как активный способ исследований	ПК-1.3.2
4	Методы формирования измерительной информации о дистанции	ПК-1.3.2
5	Времяпролётный метод измерений. Расчёт характеристик измерительного тракта.	ПК-2.В.1
6	Методы фазовой дальнометрии.	ПК-2.В.1
7	Когерентный и некогерентный способы измерений	ПК-2.В.1
8	Измерения скорости твёрдой цели	ПК-2.В.1
9	Измерение скорости движения аэрозоля	ПК-2.В.1
10	Измерение параметров вибрации	ПК-2.В.1
11	Измерение фазового состава аэрозоля	ПК-1.3.2
12	Измерение химического состава газовой смеси	ПК-1.3.2
13	Измерение турбулентности	ПК-1.3.2
14	Ультразвуковые измерения с лазерным возбуждением и регистрацией ультразвуковых колебаний	ПК-1.3.2

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	Лазерная локация является активной измерительной системой: - да - нет - оба варианта верны	ПК-1
2	Информативным признаком при измерении дистанции лазерной системой является: - временной интервал - фазовый сдвиг - могут использоваться оба признака - другой	ПК-1
3	При измерении скорости когерентным лидаром используется: - принцип Гейзенберга - доплеровский сдвиг	ПК-1

	- метод суперпозиции	
4	Метод лазерной спектроскопии позволяет: - <u>определить наличие химических элементов на трассе сканирования</u> - определить размеры аэрозольных частиц на трассе сканирования - определить дистанцию до твёрдой цели - определить дистанцию до аэрозольного образования	ПК-1
5	Для работы лазерной измерительной системы требуется: - две оптические системы – на приём и передачу - одна приёмо-передающая оптическая система - <u>оба варианта верны</u>	ПК-1
6	Диаметр оптической системы когерентного лидара ограничен: - <u>соблюдением условия когерентности</u> - отношением сигнал / шум - фоновой засветкой	ПК-2
7	Для формирования импульсного излучения в ветровых лидарах используется: - электрический модулятор добротности - <u>акустооптический модулятор</u> - верны оба варианта	ПК-2
8	Для получения информации о составе газовой смеси на трассе сканирования требуется: - измерить временной интервал - измерить фазовый сдвиг - <u>измерить спектр поглощения</u>	ПК-2
9	Связь доплеровского сдвига со скоростью описывается: - <u>линейной зависимостью</u> - квадратичной зависимостью - гармонической функцией - экспоненциальной зависимостью	ПК-2
10	При ортогональном направлении сканирования относительно вектора скорости доплеровский сдвиг частоты: - будет максимальным - будет минимальным - не зависит от направления - <u>нет правильного ответа</u>	ПК-2

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

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:

- Материал каждой лекции сопровождается демонстрацией слайдов и комментариями. Материалы лекций передаются студентам в качестве опорного конспекта изложенного материала.
- По возможности производится демонстрация образцов техники как в выключенном, так и во включённом состоянии при соблюдении правил техники безопасности.

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

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

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

Планируемые результаты при освоении 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.

11.3. 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).

11.4. 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».

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