

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2026 17:24:09
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.03.02 НАНОИНЖЕНЕРИЯ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Прикладная оптика и оптические измерения» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 7 семестре 4 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 5 разделов и 32 тем и направлена на изучение принципов построения и применения оптических и лазерных измерительных систем: лазерные дальнометры, доплеровские лидары, 3D-сканеры, оптические гироскопы. В рамках дисциплины также рассматриваются оптические каналы связи, системы хранения и обработки информации на основе лазерных дисков, голограмм, квантовых процессоров и квантовой криптографии.

Студент изучает принципы построения и применения оптических измерительных систем: лазерную дальнометрию, доплеровские лидары, 3D-сканеры. Основное внимание уделяется оптическим гироскопам, эффекту Саньяка в кольцевых лазерных (КЛГ) и волоконно-оптических гироскопах (ВОГ). Рассматриваются источники погрешностей (захват частот, сдвиг нуля, нелинейность масштабного коэффициента), методы их преодоления (постоянная и знакопеременная частотная подставка, виброподвес, магнитооптические эффекты, неплоский резонатор, ошумление). Изучаются системы жизнеобеспечения КЛГ: стабилизация периметра, формирование информационного сигнала, реверсивный счёт импульсов. Анализируются оптико-физические схемы. Рассматриваются трёхосные и большие лазерные гироскопы (БЛГ), их применение в геодезии, сейсмологии и фундаментальной физике. Изучаются методы испытаний (вариация Аллана, температурные дрейфы) и современное состояние рынка высокоточных инерциальных систем. Также рассматриваются оптические каналы связи, системы хранения и обработки информации.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области высокоточных измерений с помощью лазерных и оптико-электронных приборов и систем.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Прикладная оптика и оптические измерения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Знает методы математического анализа и моделирования в области наноинженерии; ОПК-1.2 Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлений, руководствуясь законами и методами естественных наук и математики;
ПК-5	Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы	ПК-5.1 Знает современное программное обеспечение для разработки описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы; ПК-5.2 Владеет навыками разработки первичного варианта принципиальной схемы микроэлектромеханической системы;
ПК-7	Способен разрабатывать методики аттестации технологических процессов, методики входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем	ПК-7.1 Знает принципы разработки методик аттестации технологических процессов, методики входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем; ПК-7.2 Владеет навыками разработки методик аттестации технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем; ПК-7.3 Владеет навыками разработки методик входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		электромеханических систем;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Прикладная оптика и оптические измерения» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Прикладная оптика и оптические измерения».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Высшая математика; Физика; Химия; Введение в нанотехнологии и микросистемную технику; Математические методы в инженерных приложениях; Сопроотивление материалов; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Научно-исследовательская работа;	Технологическая практика; Преддипломная практика;
ПК-7	Способен разрабатывать методики аттестации технологических процессов, методики входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика (учебная);	Технологическая практика; Преддипломная практика;
ПК-5	Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы	Моделирование полупроводниковых наноструктур для информационных систем; Квантовая электроника; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);	Технологическая практика; Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Прикладная оптика и оптические измерения» составляет «5» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			7
Контактная работа, ак.ч	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		36
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	81		81
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы*

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Лазеры для измерения расстояний	1.1	Лазерная дальнометрия	Принципы измерения расстояний по времени пролёта и фазовому методу. Преимущества лазерной локации.	ЛК, СЗ
		1.2	Преимущества и категории измерений лазерными методами	Высокая точность, разрешение, бесконтактность. Абсолютные и относительные измерения.	ЛК, СЗ
		1.3	Типы лазерных дальномеров	Импульсные, фазовые, триангуляционные. Лазерные рулетки, геодезические и военные дальнометры.	ЛК, СЗ
		1.4	Методы измерения расстояний лазером	Времяпролётный, фазовый, частотный. Учёт атмосферных поправок.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Оптические методы измерения скорости и получение объёмных изображений	2.1	Доплеровские лидары	Измерение скорости по доплеровскому сдвигу частоты. Когерентное и прямое детектирование.	ЛК, СЗ
		2.2	Метод цифровой трассерной визуализации	PIV-метод для полей скоростей. Трассерные частицы, лазерный нож, корреляция.	ЛК, СЗ
		2.3	3D-сканеры на основе структурированного света	Проекция периодических паттернов, фазовая развёртка. Облако точек.	ЛК, СЗ
		2.4	Лазерные сканеры с механической развёрткой	Вращающиеся зеркала или призмы. Наземное и мобильное сканирование.	ЛК, СЗ
		2.5	Сканирующий лидар	Импульсный лидар с механическим или твердотельным сканированием. Применение в беспилотных ТС.	ЛК, СЗ
		2.6	Лазерное сканирование в геодезии и картографии	Цифровые модели рельефа, топосъёмка, мониторинг деформаций.	ЛК, СЗ
		2.7	Батиметрия	Лазерное зондирование дна (две длины волн). Измерение глубины.	ЛК, СЗ
		2.8	Флеш-лидары	Одновременное освещение сцены коротким импульсом, матричный приёмник. 3D-кадр без сканирования.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Оптические гироскопы	3.1	Принцип действия оптических гироскопов	Эффект Саньяка: фазовый сдвиг встречных волн во вращающемся кольцевом интерферометре. Постоянство скорости света.	ЛК, СЗ
		3.2	Кольцевой лазерный гироскоп	Генерация встречных волн в кольцевом резонаторе. Расщепление частот, масштабный коэффициент.	ЛК, СЗ
		3.3	Источники погрешностей КЛГ	Сдвиг нуля (разность потерь, эффект Лэнгмюра, дифракция, магнитное поле, эффект Френеля–Физо). Захват частот (обратное рассеяние, неоднородные потери).	ЛК, СЗ
		3.4	Зона захвата и методы её преодоления	Статическая зона захвата. Постоянное смещение: ячейка Фарадея, эффект Зеемана, неплоский резонатор. Знакопеременное смещение: механическая виброподставка, виброподвес. Динамическая зона захвата, ошумление.	ЛК, СЗ
		3.5	Волоконно-оптический гироскоп	Интерферометрическая схема с длинной катушкой волокна. Фазовый метод. Преимущества и недостатки.	ЛК, СЗ
		3.6	Системы жизнеобеспечения КЛГ	Стабилизация периметра (пьезокорректор, синхронное детектирование). Система частотной подставки (механическая, магнитооптическая). Система вычета подставки. Формирование информационного сигнала, реверсивный счёт импульсов.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
		3.7	Оптико-физические схемы КЛГ	Трёхзеркальные и четырёхзеркальные резонаторы. Зеркальные и призмённые отражатели (полное внутреннее отражение). Многочастотные схемы: зеемановские и фарадеевские (DPLAG, ZLG). Неплоские резонаторы.	ЛК, СЗ
		3.8	Испытания КЛГ и методы анализа погрешностей	Виды испытаний (механические, климатические, магнитные). Метод вариации Аллана для выделения шумовых составляющих: случайное блуждание угла, нестабильность смещения нуля, шум квантования. Влияние температурных градиентов на дрейф нуля.	ЛК, СЗ
		3.9	Области применения оптических гироскопов	Авиация, космические аппараты, морская навигация, системы стабилизации, геодезия, сейсмология, беспилотные транспортные средства.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Оптические каналы связи	4.1	Передача данных в оптическом диапазоне	Высокая несущая частота, широкая полоса, помехозащищённость.	ЛК, СЗ
		4.2	Линии связи с открытой оптикой	Атмосферные оптические линии (FSO). Требования к юстировке, влияние погоды.	ЛК, СЗ
		4.3	Технология передачи данных Li-Fi	Видимый свет как носитель. Модуляция светодиодов и лазерных диодов.	ЛК, СЗ
		4.4	Подводная оптическая связь	Сине-зелёное окно прозрачности. Связь между подводными аппаратами.	ЛК, СЗ
		4.5	Волоконно-оптические системы связи	Многомодовое и одномодовое волокно. Окна прозрачности, усилители	ЛК, СЗ
Раздел 5	Хранение и обработка информации	5.1	Запись и хранение данных	Оптическая запись: абляция, фазовый переход, фотохромизм.	ЛК, СЗ
		5.2	Лазерные диски	CD, DVD, Blu-ray. Формирование питов, длина волны лазера, ёмкость.	ЛК, СЗ
		5.3	Голограммы	Запись и восстановление волнового фронта. Голографическое хранение данных.	ЛК, СЗ
		5.4	Оптическая обработка информации	Корреляторы, фильтрация, аналоговые оптические вычисления.	ЛК, СЗ
		5.5	Квантовые процессоры	Кубиты на фотонах, линейная оптика, элементы квантовой логики.	ЛК, СЗ
		5.6	Квантовая криптография	Распределение квантовых ключей. Однофотонные источники и детекторы.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Не требуется
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Не требуется
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Не требуется

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2023. 304 с.
2. Борейшо А. С., Борейшо В. А., Евдокимов И. М., Ивакин С. В. Лазеры: применения и приложения: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. 520 с.
3. Панов М. Ф., Соломонов А. В. Физические основы фотоники: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 564 с.
4. Богданов А.В., Голубенко Ю.В. Волоконные технологические лазеры и их применение: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 236 с.
5. Шаховой Р.А. Динамика полупроводниковых лазеров: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 404 с.

Дополнительная литература:

1. Можаров Г.А. Основы физики оптики: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 196 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля*:

1. Курс лекций по дисциплине «Прикладная оптика и оптические измерения».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИКИ

Доцент

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП

Заведующий кафедрой

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО

Доцент

Должность

Синельников А.О.

Фамилия И.О

Попов С.В.

Фамилия И.О

Макеев М.О.

Фамилия И.О