МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра прикладной оптики

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
Протокол от 31 мая 2021 г. № 34

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «Б1.В.10.07 ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ФОТОНИКА»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения

Направленность (профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2021

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2021

Разработчики:
Доцент кафедры Прикладной оптики, к.н., доцент Андреев А. Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	09.04.2021, № 4

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - освоение обучающимися компетенций в области разработки и эксплуатации приборов исследования параметров быстропротекающих процессов оптическими методами

Задачи изучения дисциплины:

- получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области изучения быстропротекающих процессов методами оптической регистрации информации, правильной организацией процесса проектирования приборов высокоскоростной фотографии, кинематографии и фотоники, изучение их принципиальных схем построения, особенностей их приборной реализации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-3.1/Зн16 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования

ПК-3.1/Зн17 Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-3.1/Ум11 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-3.1/Ум12 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях

Владеть:

ПК-3.1/Нв10 Способностью к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований

ПК-3.1/Нв11 Разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптикоэлектронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации.

ПК-3.1/Нв12 Осуществлять обоснованный выбор и модификацию аппаратуры высокоскоростной фотоники, выполнять измерения, обрабатывать данные измерительных наблюдений, получать результаты измерений и оценки погрешностей

ПК-3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчета с использованием специализированного программного обеспечения

Знать:

ПК-3.2/Зн10 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования.

ПК-3.2/Зн12 Основы алгоритмизации и программирования.

ПК-3.2/Зн13 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-3.2/Ум9 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота.

ПК-3.2/Ум11 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-3.2/Ум12 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей с учетом используемых технологий производства и сборки

Владеть:

ПК-3.2/Нв15 Способностью к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований. Разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптико-электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации. Осуществлять обоснованный выбор и модификацию аппаратуры высокоскоростной фотоники, выполнять измерения, обрабатывать данные измерительных наблюдений, получать результаты измерений и оценки погрешностей

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.10.07 «Высокоскоростная фотоника» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
8 семестр	144	4	32	16	60	Экзамен (36)
Всего	144	4	32	16	60	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Основы высокоскоростных оптических методов исследования быстропротекающих процессов	**23**	**6**	**2**	**15**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 1.1. Введение	23	6	2	15	
Раздел 2. Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов посредством щелевой развертки	**19**	**2**	**2**	**15**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 2.1. Измерение скорости развития процесса по одной координате	19	2	2	15	
Раздел 3. Фотографическая регистрация и определение параметров исследуемых процессов методами кадрированной съемки	**38**	**12**	**6**	**20**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 3.1. Камеры с движущимся фотоматериалом	12	2		10	
Тема 3.2. Камеры с неподвижным фотоматериалом	26	10	6	10	
Раздел 4. Оптические и оптикоэлектронные специальные методы исследования быстропротекающих процессов	**28**	**12**	**6**	**10**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 4.1. Специальные вопросы высокоскоростной фотоники	28	12	6	10	
Итого	**108**	**32**	**16**	**60**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы высокоскоростных оптических методов исследования быстропротекающих процессов

Тема 1.1. Введение

Лекция №1. Исторические предпосылки возникновения фотографических методов. Классификация приборов научной фотографии
Лекция №2. Физические основы фотографического процесса на основе галогенида серебра
Лекция №3 Основы сенситометрии.
Практическое занятие № 1 Расчет экспозиционных параметров.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 2. Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов посредством щелевой развертки

Тема 2.1. Измерение скорости развития процесса по одной координате

Лекция №4 Методы фотохронографии при движущемся и неподвижном фотоматериале
Практическое занятие №2 Определение скорости развития быстропротекающего процесса и погрешности измерений

Раздел 3. Фотографическая регистрация и определение параметров исследуемых процессов методами кадрированной съемки

Тема 3.1. Камеры с движущимся фотоматериалом

Лекция №5 Основные параметры кино/видео камер. Аппараты с прерывистым движением фотоматериала

Тема 3.2. Камеры с неподвижным фотоматериалом

Лекция №6 Оптические системы киносъемочных аппаратов с зеркальными компенсаторами, теория и методы расчета
Лекция №7 Оптические системы киносъемочных аппаратов с призменными компенсаторами, теория и методы расчета
Лекция №8 Теория зеркальной развертки для оптикомеханической коммутации и основные параметры фотокамер.
Лекция №9 Методы расчета оптических систем фотокамер, системы ждущей развертки. Оптические системы высокоскоростных фотокамер с оптико-механической коммутацией изображения
Лекция №10 Растровая фотография и кинематография
Практическое занятие №3 Определение формы фокальной поверхности при зеркальной развертке
Практическое занятие №4 Расчет оптической системы камеры с оптикомеханической коммутацией изображения
Практическое занятие №5 Определение остаточного сдвига в камерах с оптикомеханической коммутацией изображения

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 4. Оптические и оптикоэлектронные специальные методы исследования быстропротекающих процессов

Тема 4.1. Специальные вопросы высокоскоростной фотоники

Лекция №11 Метод хронофотографии. Метод Кранца-Шардина
Лекция №12 Оптические системы современных высокоскоростных фотокамер и фотохронографов на ЭОПах
Лекция №13 Высокоскоростные спектрофотохронографы и киноспектрографы
Лекция №14 Оптические системы импульсных когерентных и не когерентных установок для высокоскоростной фотографии. Высокоскоростная импульсная рентгенография, бетаграфия
Лекция №15 Высокоскоростная голография и голографическая интерферометрия. Источники света и регистрирующие среды в высокоскоростной голографии
Лекция №16 Методы и приборы визуализации фазовых неоднородностей при исследовании быстропротекающих процессов в аэродинамике, газодинамике и гидродинамике
Практическое занятие №6 Расчет информационных характеристик систем высокоскоростной фотографической регистрации.
Практическое занятие №7 Расчет дифракционной эффективности голограммы с учетом характеристической кривой фотоматериала
Практическое занятие №8 Изучение возмущений в газовой среде и жидкости. Уравнения Лоренца-Лорентца и Гладстона-Дейла

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Экзамен, 8 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы высокоскоростных оптических методов исследования быстропротекающих процессов
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 1.1. Введение

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 3. Фотографическая регистрация и определение параметров исследуемых процессов методами кадрированной съемки
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 3.2. Камеры с неподвижным фотоматериалом

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

1. Классификация методов и приборов для исследования БПП (по способам экспонирования).
2. Фотографические материалы на основе AgHa1. Теория Герни-Мотта. Образование скрытого изображения. Негативно-позитивный процесс.
3. Основы сенситометрии негативных черно-белых фотоматериалов. Характеристическая кривая, чувствительность коэффициент контрастности, фотографическая широта.
4. Системы сенситометрии.
5. Строение черно-белых негативных фотоматериалов. Вуаль, разрешающая способность, гранулярность.
6. Методика расчета экспозиционных параметров регистрации БПП. Эффект Шварцшильда.
7. Цветные негативные фотоматериалы. Строение цветных негативных фотоматериалов.
8. Особенности сенситометрии цветных фотоматериалов. Получение цветного позитивного изображения.
9. Методы фотохронографии при движущейся и неподвижной пленке. Определение скорости развития БПП.
10. Оптические схемы фотохронографов с движущейся пленкой. Современные барабанные фотохронографы. Разрешение в пространстве и времени.
11. Метод зеркальной развертки в фотохронографии. Теория зеркальной развертки, форма фокальной поверхности.Современные фотохронографы с зеркальной разверткой; их характеристики, особенности конструкции.
12. Камеры с прерывистым движением пленки. Принцип построения, технические характеристики современных камер.
13. Камеры с механической коммутацией изображения. Принцип действия; современные аппараты, их характеристики.
14. Оптическая компенсация движения пленки. Зеркальные компенсаторы. Современные камеры с зеркальными компенсаторами; их характеристики.
15. Высокоскоростные камеры с призменной компенсацией движения пленки. Современные камеры; их характеристики.
16. Оптико-механическая коммутация изображения. Теория зеркальной развертки. Ждущие системы. Современные ВСК с ОМК изображения, их технические характеристики.
17. Растровые ВСК. Принцип действия, классификация, современные камеры, их характеристики.
18. Высокоскоростная фотография и фотохронография с использованием ЭОПов, Современные камеры. Их технические характеристики.
19. Импульсная хронофотография, фотография и кинематография. Современные импульсные камеры; технические характеристики.
20. Методы исследования оптических неоднородностей: светящейся точки, шлирен-метод, интерференционный. Принципы построения приборов.
21. Применение лазеров для высокоскоростной фотографии.
22. Высокоскоростная голография, киноголография и голографическая интерферометрия.
23. Высокоскоростные затворы. Классификация. Эффективное время экспонирования, коэффициент полезного действия затвора. Конструкции основных типов затворов.
24. Информационные характеристики аналоговых (пленочных) и цифровых

фоторегистраторов. Глубина информации, объем информации, мощность информации.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Андреев А.Н. Высокоскоростная фотография и фотоника в исследовании быстропротекающих процессов : Учебное пособие для студентов вузов / А.Н. Андреев, А.С. Дубовик, В.П. Дегтярева; Андреев А.Н., Дубовик А.С., Дегтярева В.П. и др.; Под ред. академика А.М. Прохорова. - Издательство Логос, 2002. - 464 - 5-94010-129-1. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: учебник / Ю. Г. Якушенков. - Теория и расчет оптико-электронных приборов - Москва: Логос, 2011. - 568 с. - 978-5-98704-533-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/9130.html - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://elar.rsvpu.ru/ 978-5-8050- 0657-0.pdf - Метрологические характеристики средств измерений и технического контроля геометрических величин. Л. И. Анисимова, А. С. Кривоногова; под науч. ред. Б. Н. Гузанова.
2. http://modtran.spectral.com/modtran_home - MODTRAN® Web App.
3. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator
4. https://www.spectraplot.com/blackbody - Blackbody Emission Simulator.
5. https://cyberleninka.ru - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science).
6. https://www.iprbookshop.ru/ - Электронно-библиотечная система "IPRbooks".
7. https://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии
8. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
9. https://lib.miigaik.ru/ - ИРБИС64 электронная библиотека

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория
Меловая доска - 1 шт.
Приборы для лабораторных занятиий - 10 шт.

Лекционная аудитория
Интерактивная доска - 1 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.