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 геодезии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
13 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.15 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ»

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): 2022

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

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2022

Разработчики:
Заведующий кафедрой Прикладной геодезии, к.н., доцент
Куприянов А. О.

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 - формирование профессиональных компетенций, связанных с использованием глобальных навигационных спутниковых систем и других радионавигационных комплексов для выполнения экспериментальных научных исследований, и задач, связанных с разработкой навигацион-ной аппаратуры потребителя, её структурных и функциональных схем, установления технических требований на её отдельные блоки и элементы.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у обучающихся компетенций, позволяющих ему анализировать научно-техническую информацию по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-5 Способен анализировать научно-техническую информацию по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли

ПК-5.1 Владеет научно-технической информацией в области использования ОЭС ДЗЗ

Знать:

ПК-5.1/Зн3 Основные достижения и проблемы современной оптотехники, обеспечивающие модернизацию экономики и развитие фундаментальной и прикладной науки

Уметь:

ПК-5.1/Ум2 Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации на-учные статьи и оформлять научно-технические отчеты, скать патентную и науч-но-техническую информацию и составлять научно-технические отчеты и по-яснительные записки

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть способами представления информации в систематизированном виде, требуемом формате, оформлением научно-технических отчетов, владеть навыками составления планов поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5.1/Нв2 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть способами представления информации в систематизированном виде, требуемом формате, оформлением научно-технических отчетов, владеть навыками составления планов поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5.2 Планирует применение систем дистанционного зондирования Земли

Знать:

ПК-5.2/Зн2 Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанцион-ного зондирования Земли

Уметь:

ПК-5.2/Ум2 Работать с техническими текстами и использовать стандартные текстовые и графические программы для оформле-ния документации

Владеть:

ПК-5.2/Нв2 Программными и ма-тематическими средствами для обработки результатов наблюдений

ПК-5.3 Анализирует структурные и принципиальные схемы ОЭС ДЗ, их элементную базу, разрабатывает и вносит предложения по модернизации конструкции ОЭС ДЗЗ.

Знать:

ПК-5.3/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

ПК-5.3/Зн3 Физическая и прикладная оптика. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.3/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Анализировать состояние и перспективы развития оптотехники в целом и ее отдельных направлени. Применять справочные материалы. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчет. Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.3/Нв2 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.15 «Методы и средства спутникового позиционирования оптико-электронных систем» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 9.

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	доемкость сы)	доемкость ЗЕТ)	ые занятия сы)	кие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Лекционн (ча	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
9 семестр	108	3	17	34	57	Зачет с оценкой
Всего	108	3	17	34	57	

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. Глобальные навигационные спутниковые системы	**33**	**6**	**12**	**15**	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 1.1. Радионавигационные системы	11	2	4	5	
Тема 1.2. Источники ошибок позиционирования	11	2	4	5	
Тема 1.3. Методы позиционирования	11	2	4	5	
Раздел 2. Навигационная аппаратура потребителя	**75**	**11**	**22**	**42**	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 2.1. Навигационная аппаратура потребителя	11	2	4	5	
Тема 2.2. Устройство НАП	11	2	4	5	
Тема 2.3. Использование СГА	13	2	4	7	
Тема 2.4. ИНС/ГНСС системы	9	2	2	5	
Тема 2.5. Комплексирование оптико-электронных, навигационных спутниковых и инерциальных навигационных систем	18	2	6	10	
Тема 2.6. Схемы НАП и принципы работы	13	1	2	10	
Итого	**108**	**17**	**34**	**57**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Глобальные навигационные спутниковые системы

Тема 1.1. Радионавигационные системы

Глобальные навигационные спутниковые системы: ГЛОНАСС, GPS, BDS, GALILEO. Кодовые и фазовые наблюдения. Несущие частоты. Модуляция. C/A и P-код. Кодовое и частотное разделение сигнала. Состав и структура навигационного сообщения. Системы SBAS, GBAS и принципы их работы. Псевдоспутниковые технологии.

Тема 1.2. Источники ошибок позиционирования

Ошибки за влияние ионосферы и тропосферы. Ошибка за влияние многолучевого распространения навигационного сигнала. Ошибка часов приёмника. Ошибка часов спутника. Релятивистские эффекты, влияющие на распространение радионавигационного сигнала.

Тема 1.3. Методы позиционирования

Абсолютное и относительное позиционирование. Автономный метод. Дифференциальный метод. Метод Precise Point Position. Статический метод позиционирования с постобработкой. Кинематический метод позиционирования с постобработкой. Метод позиционирования в режиме реального времени.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 2. Навигационная аппаратура потребителя

Тема 2.1. Навигационная аппаратура потребителя

Навигационная аппаратура потребителя (НАП). Задачи решаемые с применением НАП. Классификация НАП. Геодезическая спутниковая аппаратура (ГСА). Методы исследования и поверки ГСА. Метод нулевой базы. Метод эталонов.

Тема 2.2. Устройство НАП

Производители ГНСС аппаратуры. Устройство ГНСС аппаратуры. OEM платы. Производители и характеристики OEM плат. Платы управления. Экспериментальные исследования в области НАП и его применения в целях решения задач экономики РФ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.3. Использование СГА

Применение аппаратуры. Изучение программного обеспечения для работы с геодезической спутниковой аппаратурой. Команды для передачи и получения данных через COM интерфейс. Принципы работы встроенного программного обеспечения на основе аппаратуры АО "ПО "УОМЗ". Программы для постобработки данных.

Тема 2.4. ИНС/ГНСС системы

Инерциальные навигационные системы (ИНС). Принципы работы ИНС. Акселерометры. Оптоволоконный и лазерный гироскопы. Микроэлектромеханические акселерометры и гироскопы. Принципы работы. Совмещение ИНС/ГНСС систем.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.5. Комплексирование оптико-электронных, навигационных спутниковых и инерциальных навигационных систем

Комплексирование оптико-электронных, навигационные спутниковых и инерциальных навигационных систем. Роботизированные технологии. Лазерные сканеры. Технология гибрид, принципы работы и решаемые задачи.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.6. Схемы НАП и принципы работы

Специальные модули и блоки, интегрированные в спутниковую геодезическую аппаратуру. Принципы работы НАП с псевдоспутниковыми технологиями и системами функциональных дополнений. Структурные и функциональные схемы аппаратуры. Установление технических требований к аппаратуре потребителя

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: Зачет с оценкой, 9 семестр.

Зачет с оценкой проводится в устной форме с выставлением оценки по пятибалльной шкале и предназначен для проверки уровня освоения студентами учебного материала дисциплины в полном объеме.

Студенты вызываются по одному или малыми группами (2-3 человека). Каждому студенту предоставляется 20-30 минут на подготовку, в течение которой он может делать письменные заметки. Студент отвечает на 2-3 вопроса, выбранных экзаменатором или по билету. Ответ должен быть полным и аргументированным, демонстрировать понимание материала и содержать примеры практического применения знаний. После основного ответа преподаватель может задать дополнительные уточняющие вопросы.

Критерии оценивания:

«Отлично» (5) – выставляется за полный развернутый ответ;

«Хорошо» (4) – выставляется за развернутый ответ;

«Удовлетворительно» (3) – выставляется за краткий ответ;
«Неудовлетворительно» (2) – за отсутствие ответа или грубые ошибки в основных понятиях.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Глобальные навигационные спутниковые системы
Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3

Тема 1.3. Методы позиционирования
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 2. Навигационная аппаратура потребителя
Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3

Тема 2.2. Устройство НАП
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Тема 2.4. ИНС/ГНСС системы
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Тема 2.5. Комплексирование оптико-электронных, навигационных спутниковых и инерциальных навигационных систем
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

9 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Вопросы/Задания:

1. История развития ГЛОНАСС, GPS, BDS, Galileo. Нормативные документы по ГНСС из раздела нормативно правовые акты

2. Дистрибьютеры ГСА. Типы антенн и их формфактор

3. Принципы работы MEMS-датчиков

4. Отобразить принцип работы СГА в виде блок-схемы

5. Методы позиционирования. Факторы, влияющие на точность автономного позиционирования с применением navipedia

6. Модуляция радионавигационного сигнала. Частоты, фаза, скорость света, длина волны, период.

7. Программные и аппаратные методы подавления эффекта многолучевости. Спутниковые часы

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Глобальные навигационные спутниковые системы: учебное пособие / С. И. Волков, А. В. Саяпин, П. В. Барабицкий, С. А. Семенов, Ю. М. Тоболов. - Глобальные навигационные спутниковые системы - Москва: Институт аэронавигации, 2017. - 122 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/88416.html - Режим доступа: по подписке
2. Спутниковые методы измерений в геодезии: Учебное пособие. Часть 3. / Е.Б. Клюшин, И.Г. Гайрабеков, Е.Ю. Маркелова, В.В. Шлапак. - МИИГАиК, 2015. - 110 - 978-5-91188-066-8. - Текст: непосредственный.
3. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. / А.О. Куприянов. - МИИГАиК, 2017. - 76 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Корнилов И. Н. Спутниковые радионавигационные системы: лабораторный практикум / И. Н. Корнилов; под редакцией Д. В. Астрецова. - Спутниковые радионавигационные системы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. - 76 с. - 978-5-7996-2123-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/106789.html - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

1. https://www.garant.ru - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.miigaik.ru - сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)
2. https://www.miigaik.ru/library/tutorials/ - Учебные модули в электронной библиотеке виртуального университета МИИГАиК

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

Для практических занятий

Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 1 шт.
Рейка - 3 шт.
Тахеометр Pentax - 5 шт.

Тахеометр Soulh - 3 шт.
Штатив - 8 шт.
Электронный тахеометр - 5 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Методы и средства спутникового позиционирования оптико-электронных систем» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет предметно выработать аналитические навыки, обеспечить понимание теории и юридической практики, более осознанно относиться к уровню своей профессиональной подготовки. СРС способствует развитию их мыслительной деятельности, обеспечивает усвоение определенного учебного материала и предоставляет необходимую подготовку для решения конкретных практических задач, входящих в их будущие профессиональные обязанности. СРС направлена на обеспечение индивидуализации при изучении курса, на развитие способностей и возможностей, на персонификацию контроля за качеством обучения.

При подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:

- работа над конспектом лекции;
- подготовка к практическому занятию;
- подготовка к практическому занятию с ИАМ;
- доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы;
- подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов;
- подготовка к экзамену.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

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.