



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

Геодезический факультет
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
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
«Б1.О.03.08 ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерная геодезия

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 5 лет

Объем:
в зачетных единицах: 7 з.е.
в академических часах: 252 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

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 в области применения глобальных и региональных навигационных спутниковых систем, в частности национальной системы ГЛОНАСС, принципов их орбитального построения и функционирования, их практического применения для высокоточного позиционирования, решения геодезических задач и навигационного обеспечения в различных областях экономики Российской Федерации

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование понятий о глобальных навигационных спутниковых системах, об их принципах работы, навигационных сигналах, методах позиционирования, технологиях, применяемых при производстве работ с помощью спутниковой геодезической аппаратуры различных типов, методов математической обработки и оценки результатов спутниковых измерений с использованием современных программно-математических средств;
- Освоение навыков по применению спутниковой геодезической аппаратуры для решения геодезических задач при развитии геодезических сетей, выполнении топографических съёмок, мониторинге деформаций земной поверхности, строительстве зданий и сооружений;
- Получение компетенций по выполнению математической обработки спутниковых наблюдений и использованию специальных программных комплексов для обработки измерений, полученных по сигналам ГНСС;
- Формирование умений по применению полученных знаний в практической деятельности, решению практических задач согласно существующим инструкциям, методикам, нормативно-техническим документам.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способен проводить научные исследования направлений развития ГНСС и их ФД

ПК-2.1 Проводит научные исследования направлений развития ГНСС и их ФД

Знать:

ПК-2.1/Зн1 Знать референсные и общеземные системы координат

ПК-2.1/Зн2 Методы вычислительной математики Основы функционирования и особенности систем и средств ГНСС и их ФД

ПК-2.1/Зн3 Сферы и принципы применения прикладного программного обеспечения для решения научно-исследовательских задач в области проведения и обработки измерений по сигналам ГНС

ПК-2.1/Зн4 Устройство и принципы функционирования функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

ПК-2.1/Зн5 Направления и принципы развития и модернизации ГНСС, РНСС, SBAS

ПК-2.1/Зн6 Методы повышения точности и надёжности результатов позиционирования по сигналам ГНСС

Уметь:

ПК-2.1/Ум1 Уметь преобразовывать референсные системы координат в общеземные и обратно

ПК-2.1/Ум2 Накапливать и анализировать информацию, касающуюся рынка услуг с применением систем и средств ГНСС и их ФД, а также применять современные программно-аппаратные средства для анализа полученной информации

ПК-2.1/Ум3 Разрабатывать программное обеспечение для проведения и обработки измерений по сигналам ГНСС

ПК-2.1/Ум4 Использовать ассистирующую информацию функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции для повышения точности и надёжности результатов позиционирования

ПК-2.1/Ум5 Анализировать результаты измерения по сигналам ГНСС, оценивать их полноту и качество

ПК-2.1/Ум6 Анализировать результаты позиционирования по сигналам ГНСС

Владеть:

ПК-2.1/Нв1 Владеть методами преобразования между референчными и общеземными координатами

ПК-2.1/Нв2 Разработка методик, алгоритмов оптимизации использования ГНСС при ограничениях и выходе из строя отдельных элементов системы (в том числе отдельных НКА)

ПК-2.1/Нв3 Навыками разработки программного обеспечения для проведения и обработки измерений по сигналам ГНСС

ПК-2.1/Нв4 Навыками получения и применения ассистирующей информации функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

ПК-2.1/Нв5 Навыками использования специального программного обеспечения для анализа измерений по сигналам ГНСС и результатов позиционирования

ПК-2.1/Нв6 Навыками проведения исследований и испытаний спутниковой геодезической аппаратуры

ПК-2.2 Исследует и разрабатывает состав, структуру навигационных сигналов и методы их обработки в навигационной аппаратуре потребителей (НАП)

Знать:

ПК-2.2/Зн1 Методика технического перевода и средства автоматизированного перевода

ПК-2.2/Зн2 Направления и принципы развития и модернизации ГНСС, РНСС, SBAS

ПК-2.2/Зн3 Методы повышения точности и надёжности результатов позиционирования по сигналам ГНСС

ПК-2.2/Зн4 Устройство и принципы функционирования функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

Уметь:

ПК-2.2/Ум1 Формировать планы проведения исследований и создания перспективных систем и средств ГНСС и их ФД

ПК-2.2/Ум2 Анализировать результаты измерения по сигналам ГНСС, оценивать их полноту и качество

ПК-2.2/Ум3 Анализировать результаты позиционирования по сигналам ГНСС

ПК-2.2/Ум4 Использовать ассистирующую информацию функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции для повышения точности и надёжности результатов позиционирования

Владеть:

ПК-2.2/Нв1 Разработка предложений по повышению надёжности и исследование методов совместного использования ГЛОНАСС и зарубежных ГНСС с целью обеспечения глобальности и необходимой точности местоопределения

ПК-2.2/Нв2 Навыками получения и применения ассистирующей информации функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

ПК-2.2/Нв3 Навыками использования специального программного обеспечения для анализа измерений по сигналам ГНСС и результатов позиционирования

ПК-2.2/Нв4 Навыками проведения исследований и испытаний спутниковой геодезической аппаратуры

ПК-2.3 Разрабатывает технические проекты нормативных документов для обеспечения развития, повышения эффективности использования ГНСС

Знать:

ПК-2.3/Зн1 Устройство и принципы функционирования функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

ПК-2.3/Зн2 Направления и принципы развития и модернизации ГНСС, РНСС, SBAS

ПК-2.3/Зн3 Методы повышения точности и надёжности результатов позиционирования по сигналам ГНСС

Уметь:

ПК-2.3/Ум1 Использовать ассистирующую информацию функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции для повышения точности и надёжности результатов позиционирования

ПК-2.3/Ум2 Анализировать результаты измерения по сигналам ГНСС, оценивать их полноту и качество

ПК-2.3/Ум3 Анализировать результаты позиционирования по сигналам ГНСС

Владеть:

ПК-2.3/Нв1 Навыками получения и применения ассистирующей информации функциональных дополнений ГНСС и широкозонных систем дифференциальной коррекции

ПК-2.3/Нв2 Навыками использования специального программного обеспечения для анализа измерений по сигналам ГНСС и результатов позиционирования

ПК-2.3/Нв3 Навыками проведения исследований и испытаний спутниковой геодезической аппаратуры

ПК-4 Способен выполнять комплекс технологических операций по созданию продуктов профессиональной деятельности на основе использования данных геодезии, дистанционного зондирования, навигационных спутников Земли

ПК-4.1 Выполняет операции по созданию космических продуктов на основе использования данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Принципы интеграции данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с геоинформационными системами

ПК-4.1/Зн2 Знать геодинамические явления

ПК-4.1/Зн3 Математическую основу карт

ПК-4.1/Зн4 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.1/Зн5 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

ПК-4.1/Зн6 Современных технологий и методов дистанционного зондирования Земли с воздушных и космических летательных аппаратов

ПК-4.1/Зн7 Источники получения пространственных данных

ПК-4.1/Зн8 Современные космические системы и их характеристики для крупномасштабного картографирования

ПК-4.1/Зн9 Принципы интеграции данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с геоинформационными системами

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Выполнять операции по обработке спутниковых данных ДЗЗ в ГИС-программах, включая создание цифровых моделей рельефа

ПК-4.1/Ум2 Уметь учитывать влияние геодинамических явлений на положение пунктов земной поверхности

ПК-4.1/Ум3 Осуществлять оптимальной выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.1/Ум4 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.1/Ум5 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

ПК-4.1/Ум6 Выполнять поиск и загрузку снимков

ПК-4.1/Ум7 Производить загрузку и первичную обработку космических снимков

ПК-4.1/Ум8 Выполнять операции по обработке спутниковых данных ДЗЗ в ГИС-программах, включая создание цифровых моделей рельефа

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Навыками использования современных геоинформационных технологий и программных комплексов для создания, визуализации и анализа космических продуктов на основе данных ДЗЗ

ПК-4.1/Нв2 Владеть методами наблюдения за деформациями земной коры

ПК-4.1/Нв3 Методами оценки метрических свойств картографических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.1/Нв4 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.1/Нв5 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.1/Нв6 Инструментами улучшения визуального качества снимков

ПК-4.1/Нв7 Навыками привязки и трансформирования космических снимков по опорным точкам, определенным геодезическими методами

ПК-4.1/Нв8 Навыками использования современных геоинформационных технологий и программных комплексов для создания, визуализации и анализа космических продуктов на основе данных ДЗЗ

ПК-4.2 Координирует операции по фотограмметрической обработке данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.2/Зн1 Основные этапы и методы фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая ортотрансформирование, стереофотограмметрию и создание цифровых моделей рельефа

ПК-4.2/Зн2 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.2/Зн3 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

ПК-4.2/Зн4 Условности, применяемые на чертежах

ПК-4.2/Зн5 Методов и средств получения дистанционной иконической информации для картографических целей

ПК-4.2/Зн6 Этапы построения ортофотопланов

ПК-4.2/Зн7 Этапы фотограмметрической обработки: построение фотограмметрической модели, создание ЦМР (Цифровой модели рельефа), ортотрансформирование

ПК-4.2/Зн8 Требования к точности и качеству результатов

Уметь:

ПК-4.2/Ум1 Обеспечивать подготовку пространственно-аналитических материалов для прикладных задач геодезии

ПК-4.2/Ум2 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.2/Ум3 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

ПК-4.2/Ум4 Читать строительные чертежи

ПК-4.2/Ум5 Планировать аэрокосмические съемки для решения определенного круга производственных и научных задач

ПК-4.2/Ум6 Набирать и вводить координаты опорных точек для привязки

ПК-4.2/Ум7 Составлять план залета (для БПЛА) или выбирать архивные снимки с необходимым перекрытием

ПК-4.2/Ум8 Контролировать качество получаемых продуктов

Владеть:

ПК-4.2/Нв1 Навыками использования современных ГИС-программных комплексов для фотограмметрической обработки и интеграции данных ДЗЗ

ПК-4.2/Нв2 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.2/Нв3 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.2/Нв4 Приемами составления конструкторской и инженерно-строительной документации

ПК-4.2/Нв5 Методами планово-высотной подготовки территории для выполнения аэрокосмических съёмок, в том числе, при испытании и валидации аэрокосмической аппаратуры

ПК-4.2/Нв6 Инструментами генерации ортофотопланов и тайлов для веб-карт

ПК-4.2/Нв7 Навыками координатного обеспечения фотограмметрических работ (определение координат опорных и контрольных точек)

ПК-4.2/Нв8 Методами верификации данных

ПК-4.3 Выполняет дешифрирование материалов космической съемки

Знать:

ПК-4.3/Зн1 Методы дешифрирования космических снимков, классификацию объектов на снимках, особенности интерпретации различных видов данных ДЗЗ

ПК-4.3/Зн2 Математическую основу карт

ПК-4.3/Зн3 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.3/Зн4 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

ПК-4.3/Зн5 Основные факторы, влияющие на качество данных, получаемых методами ДЗ

ПК-4.3/Зн6 Методы визуального дешифрирования

ПК-4.3/Зн7 Дешифровочные признаки объектов местности на снимках (прямые и косвенные) для масштабов 1:500 – 1:2000

ПК-4.3/Зн8 Основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

Уметь:

ПК-4.3/Ум1 Проводить камеральное дешифрирование космических снимков с использованием геоинформационных технологий

ПК-4.3/Ум2 Осуществлять оптимальный выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.3/Ум3 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрирования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.3/Ум4 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

ПК-4.3/Ум5 Производить анализ влияния условий выполнения съемки на качество аэрокосмических изображений

ПК-4.3/Ум6 Применять фильтры для выделения линейных объектов

ПК-4.3/Ум7 Распознавать объекты гидрографии, растительности, дорожной сети и зданий на снимках высокого разрешения

ПК-4.3/Ум8 Выявлять и классифицировать объекты по снимкам

Владеть:

ПК-4.3/Нв1 Навыками работы с программными средствами ГИС для обработки, анализа и визуализации результатов дешифрирования

ПК-4.3/Нв2 Методами оценки метрических свойств карто-графических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.3/Нв3 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрирования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.3/Нв4 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.3/Нв5 Использование материалов дистанционного зондирования и ГИС-технологий при расчете параметров космической съёмки

ПК-4.3/Нв6 Инструментами расчета площадей и подсчета объектов

ПК-4.3/Нв7 Навыками камерального и полевого дешифрирования с дозарисовкой нечитаемых контуров на местности

ПК-4.3/Нв8 Навыками работы в ГИС и специализированном ПО

ПК-4.4 Создает тематические информационные продукты на основе использования данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.4/Зн1 Принципы создания тематических информационных продуктов, стандарты и требования к геоинформационным продуктам, особенности интеграции данных ДЗЗ с другими геодезическими данными

ПК-4.4/Зн2 Современные методы создания цифровых топографических карт и планов на основе различных источников данных

ПК-4.4/Зн3 Математическую основу карт, основные классы картографических проекций, их свойства и особенности применения

ПК-4.4/Зн4 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.4/Зн5 Основных факторов, влияющих на качество данных, получаемых методами ДЗ

ПК-4.4/Зн6 Понятие тематической карты

ПК-4.4/Зн7 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.4/Зн8 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

ПК-4.4/Зн9 Методики создания ортофотопланов и тематических карт (землепользования, растительности)

ПК-4.4/Зн10 Принципы создания тематических информационных продуктов, стандарты и требования к геоинформационным продуктам, особенности интеграции данных ДЗЗ с другими геодезическими данными

Уметь:

ПК-4.4/Ум1 Выполнять обработку и интеграцию данных ДЗЗ в геоинформационных системах

ПК-4.4/Ум2 Применять ГИС-технологии для визуализации и анализа пространственной информации

ПК-4.4/Ум3 Формировать метрическую, семантическую и топологическую информацию цифровых карт и планов.

ПК-4.4/Ум4 Формировать и редактировать цифровой классификатор векторной карты и плана

ПК-4.4/Ум5 Осуществлять оптимальный выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.4/Ум6 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.4/Ум7 Выполнять оценку, анализ и прогнозирование качества аэрокосмической информации и производить анализ влияния условий выполнения съемки на качество аэрокосмических изображений

ПК-4.4/Ум8 Рассчитывать и картографировать вегетационные индексы (NDVI, EVI)

ПК-4.4/Ум9 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.4/Ум10 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

ПК-4.4/Ум11 Создавать ортофотоплан, пригодный для использования в качестве подложки для обновления топографических планов

ПК-4.4/Ум12 Выполнять обработку и интеграцию данных ДЗЗ в геоинформационных системах

Владеть:

ПК-4.4/Нв1 Навыками работы с ГИС-программами, инструментами создания и редактирования тематических информационных продуктов, методами обеспечения качества и актуализации данных

ПК-4.4/Нв2 Навыками работы в ГИС «Панорама» при создании цифровых топографических карт и планов, цифровых инженерно-топографических планов (СЗ)

ПК-4.4/Нв3 Методами оценки метрических свойств карто-графических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.4/Нв4 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.4/Нв5 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.4/Нв6 Расчетами аэрокосмических и навигационных параметров при производстве площадной и маршрутной съемки с борта воздушного и космического летательного аппарата

ПК-4.4/Нв7 Инструментами экспорта продуктов ДЗЗ для публикации в веб-ГИС

ПК-4.4/Нв8 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.4/Нв9 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.4/Нв10 Навыками векторизации растровых данных (ортофотопланов) с созданием семантической базы данных

ПК-4.4/Нв11 Навыками работы с ГИС-программами, инструментами создания и редактирования тематических информационных продуктов, методами обеспечения качества и актуализации данных

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.03.08 «Глобальные навигационные спутниковые системы» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6, 7.

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)
6 семестр	144	4	24	48	72	Зачет с оценкой

7 семестр	108	3	34	34	19	Экзамен (21)
Всего	252	7	58	82	91	21

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, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Глобальные и региональные спутниковые навигационные системы и их функциональные дополнения	24	4	8	12	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 1.1. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГЛОНАСС, GPS, BDS, Galileo)	6	2	2	2	
Тема 1.2. Региональные навигационные спутниковые системы (QZSS, NavIC/IRNSS)	6	2	2	2	
Тема 1.3. Функциональные дополнения ГНСС (СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, BDSBAS).	6		2	4	
Тема 1.4. Перспективы развития и планы модернизации существующих ГНСС, РНСС, SBAS	6		2	4	
Раздел 2. Состав навигационного сообщения и измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS	30	6	8	16	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 2.1. Сигналы ГНСС, РНСС, SBAS и методы разделения сигналов	8	2	2	4	
Тема 2.2. Навигационные сообщения ГНСС, РНСС	8	2	2	4	
Тема 2.3. Дальномерный код и методы измерения кодовых псевдодальностей по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS	8	2	2	4	
Тема 2.4. Хранение измерений по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS	6		2	4	

Раздел 3. Факторы, влияющие на точность измерения кодовых и фазовых псевдодальностей и методы их компенсации	30	4	12	14	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 3.1. Погрешности часов СГА и космических аппаратов ГНСС, РНСС, SBAS	6		2	4	
Тема 3.2. Тропосферная задержка радионавигационного сигнала	6	2	2	2	
Тема 3.3. Ионосферная задержка радионавигационного сигнала	6	2	2	2	
Тема 3.4. Межканальные задержки космических аппаратов ГНСС, РНСС и SBAS и спутниковой геодезической аппаратуры	4		2	2	
Тема 3.5. Влияние многолучёвости на кодовые и фазовые измерения псевдодальностей.	4		2	2	
Тема 3.6. Дополнительные факторы, оказывающие влияние на измерения фазовых псевдодальностей	4		2	2	
Раздел 4. Методы позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS	50	8	16	26	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 4.1. Автономное статическое и кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS.	8	2	2	4	
Тема 4.2. Высокоточное автономное статическое и кинематическое позиционирование (метод «PPP») по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS	6		2	4	
Тема 4.3. Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением контрольно-корректирующей информации SBAS (СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, BDSBAS).	8	2	2	4	

Тема 4.4. Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением информации систем широкозонной дифференциальной коррекции типа «L-band» (Atlas, RTX, OmniSTAR, StarFire, Veripos, TerraStar, Fugro).	6		2	4	
Тема 4.5. Факторы, влияющие на точность автономного позиционирования и методы их компенсации	8	2	2	4	
Тема 4.6. Относительное статическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS.	4		2	2	
Тема 4.7. Относительное кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS в постобработке и в режиме реального времени (методы «кинематика» и «кинематика в реальном времени / RTK»)	6	2	2	2	
Тема 4.8. Относительное кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS по методу «подвижной базы»	4		2	2	
Раздел 5. Спутниковая геодезическая аппаратура и дополняющие её средства измерений	10	2	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1
Тема 5.1. Современные модули позиционирования по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS и их основные производители (НАВИС, РИРВ, Novatel, Trimble, Javad, Topcon/Sokkia, Septentrio, Hemisphere, Spectra Precision)	6	2	2	2	ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 5.2. Антенны СГА.	4		2	2	
Раздел 6. Технологии позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS	20	8	8	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1
Тема 6.1. Предобработка измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS	5	2	2	1	ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 6.2. Технологии кинематического позиционирования в режиме реального времени (RTK).	5	2	2	1	
Тема 6.3. Технологии получения данных для повышения точности позиционирования в режиме постобработки	5	2	2	1	
Тема 6.4. Технологии кинематического и статического относительного позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS	5	2	2	1	
Раздел 7. Применение ГНСС, РНСС и SBAS для решения классических задач геодезии и высокоточной навигации	27	12	10	5	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1
Тема 7.1. Применение метода относительного статического позиционирования для построения геодезических сетей	7	4	2	1	ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 7.2. Применение позиционирования по методу RTK для производства топографических съёмок, геодезических изысканий, обеспечения инженерных изысканий, привязки измерений трассоискателей и выноса объектов в натуру	9	4	4	1	
Тема 7.3. Применение метода относительного кинематического позиционирования для координатной привязки результатов мобильного лазерного сканирования, аэрофотосъёмки, батиметрической эхолотационной съёмки	5	2	2	1	
Тема 7.4. Применение метода относительного кинематического позиционирования и позиционирования по методу «подвижной базы» для определения ориентации и навигации транспортных средств и их отдельных узлов или рабочих поверхностей	6	2	2	2	
Раздел 8. Сети дифференциальных геодезических станций	30	10	12	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 8.1. Устройство дифференциальных геодезических станций	10	4	4	2	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 8.2. Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей спутниковых дифференциальных станций	8	2	4	2	
Тема 8.3. Виртуальные референцные станции VRS	6	2	2	2	
Тема 8.4. Международная сеть пунктов IGS.	6	2	2	2	
Раздел 9. Специальные области применения ГНСС, РНСС и SBAS	10	4	4	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 9.1. Классы точности и области применения результатов функционирования спутниковых систем и широкозонных дополнений	10	4	4	2	
Итого	231	58	82	91	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Глобальные и региональные спутниковые навигационные системы и их функциональные дополнения

Тема 1.1. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГЛОНАСС, GPS, BDS, Galileo)

Структура, принципы функционирования, текущее состояние и степень ввода в эксплуатацию, отличия и особенности

Тема 1.2. Региональные навигационные спутниковые системы (QZSS, NavIC/IRNSS)

Структура, принципы функционирования, текущее состояние и степень ввода в эксплуатацию, отличия и особенности

Тема 1.3. Функциональные дополнения ГНСС (СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, BDSBAS).

Назначение, принципы функционирования, стандартизация SBAS. Системы координат и шкалы времени, используемые ГНСС, РНСС, SBAS

Тема 1.4. Перспективы развития и планы модернизации существующих ГНСС, РНСС, SBAS

Нормативно-правовые аспекты применения существующих ГНСС, РНСС, SBAS на территории Российской Федерации

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Практическая работа

Раздел 2. Состав навигационного сообщения и измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS

Тема 2.1. Сигналы ГНСС, РНСС, SBAS и методы разделения сигналов

Сигналы ГНСС, РНСС, SBAS и методы разделения сигналов

Тема 2.2. Навигационные сообщения ГНСС, РНСС

Назначение, состав и структура (суперкадр, кадры, страницы) навигационного сообщения. Альманах и эфемериды. Параметры альманаха, эфемерид и часов, входящие в состав навигационного сообщения ГНСС, РНСС, SBAS

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. Дальномерный код и методы измерения кодовых псевдодальностей по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS

Фаза несущей и методы измерения фазовых псевдодальностей по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS. Измерения доплеровского сдвига и соотношения сигнал шум.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.4. Хранение измерений по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS

Проприетарные бинарные и текстовые форматы хранения измерений, используемые производителями спутниковой геодезической аппаратуры (СГА), формат RINEX

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 3. Факторы, влияющие на точность измерения кодовых и фазовых псевдодальностей и методы их компенсации

Тема 3.1. Погрешности часов СГА и космических аппаратов ГНСС, РНСС, SBAS

Оценка погрешности часов приёмника, оценка параметров часов спутников, формат «clock RINEX»

Тема 3.2. Тропосферная задержка радионавигационного сигнала

Сущность и методы моделирования (модели тропосферы и функции отображения), источники метеорологических параметров тропосферы

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 3.3. Ионосферная задержка радионавигационного сигнала

Сущность и методы моделирования (моделирование по мультимастотным измерениям, модели ионосферы и функции отображения), различия во влиянии на кодовые и фазовые псевдодальности

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.4. Межканальные задержки космических аппаратов ГНСС, РНСС и SBAS и спутниковой геодезической аппаратуры

Связь с моделированием ионосферы по мультимастотным измерениям, стабильность, методы калибровки, формат хранения параметров межканальных задержек BIAS-SINEX

Тема 3.5. Влияние многолучёвости на кодовые и фазовые измерения псевдодальностей.

Сущность явления многолучёвости, типы многолучёвого распространения радионавигационного сигнала, способы ослабления влияния многолучёвости.

Тема 3.6. Дополнительные факторы, оказывающие влияние на измерения фазовых псевдодальностей

Ионосферные сцинтилляции, набег фазы

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Раздел 4. Методы позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS

Тема 4.1. Автономное статическое и кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS.

Автономное статическое и кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS.

Тема 4.2. Высокоточное автономное статическое и кинематическое позиционирование (метод «PPP») по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS

Высокоточное автономное статическое и кинематическое позиционирование (метод «PPP») по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS

Тема 4.3. Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением контрольно-корректирующей информации SBAS (СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, BDSBAS).

Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением контрольно-корректирующей информации SBAS (СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, BDSBAS).

Тема 4.4. Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением информации систем широкозонной дифференциальной коррекции типа «L-band» (Atlas, RTX, OmniSTAR, StarFire, Veripos, TerraStar, Fugro).

Позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS с применением информации систем широкозонной дифференциальной коррекции типа «L-band» (Atlas, RTX, OmniSTAR, StarFire, Veripos, TerraStar, Fugro).

Тема 4.5. Факторы, влияющие на точность автономного позиционирования и методы их компенсации

Параметры антенны СГА, параметры антенн КА ГНСС, РНСС, SBAS, приливные эффекты (твёрдый земной прилив, океаническая нагрузка, атмосферная нагрузка, полюсной прилив), форматы ERP, OTL BLQ, ANTEX

Тема 4.6. Относительное статическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS.

Разности измерений, уравнивание базовых линий, построение и уравнивание спутниковых сетей.

Тема 4.7. Относительное кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS в постобработке и в режиме реального времени (методы «кинематика» и «кинематика в реальном времени / RTK»)

Форматы (RTCM, CMR, CMRPLUS, ROX, RTD) и методы передачи дифференциальных поправок (УКВ, TCP/IP, NTRIP), сети постоянно действующих базовых станций, поправки SSR.

Тема 4.8. Относительное кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS по методу «подвижной базы»

Определение курса и ориентации объектов в пространстве.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 5. Спутниковая геодезическая аппаратура и дополняющие её средства измерений

Тема 5.1. Современные модули позиционирования по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS и их основные производители (НАВИС, РИРВ, Novatel, Trimble, Javad, Topcon/Sokkia, Septentrio, Hemisphere, Spectra Precision)

Устройство современной СГА. Плата управления, GSM модем, радиомодем, WiFi модуль, Bluetooth, MEMS

датчики. Ключевые технические характеристики СГА. Характеристики точности, число каналов, принимаемые сигналы, автономность, класс пыли/влаго-защиты, диапазон рабочих температур

Тема 5.2. Антенны СГА.

Устройство и технические характеристики, отсчётные точки и плоскости, типы подключения, установка и обеспечение грозозащиты. Инерциальные навигационные системы, одометры, светодальномеры и их интеграция с СГА.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Раздел 6. Технологии позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS

Тема 6.1. Предобработка измерения по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS

Технологии предварительной обработки и оценки качества измерения по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS, используемое для предобработки и конвертации данных программное обеспечение

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 6.2. Технологии кинематического позиционирования в режиме реального времени (RTK).

Полевые контролеры и их программное обеспечение, программное обеспечение, интегрированное в СГА, установка связи между опорной и определяемой станциями для передачи дифференциальных поправок, фиксация результатов позиционирования

Тема 6.3. Технологии получения данных для повышения точности позиционирования в режиме постобработки

Программное обеспечение получения данных для моделей тропосферы и ионосферы, точных эфемерид и поправок часов космических аппаратов, параметров антенн космических аппаратов, параметров вращения Земли, межканальных задержек космических аппаратов, данных для моделей океанической и атмосферной нагрузки

Тема 6.4. Технологии кинематического и статического относительного позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS

Применяемое программное обеспечение, параметры обработки, принципы формирования отчётов. Технологии автономного высокоточного позиционирования (PPP) по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS. Применяемое программное обеспечение, параметры обработки, принципы формирования отчётов

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 7. Применение ГНСС, РНСС и SBAS для решения классических задач геодезии и высокоточной навигации

Тема 7.1. Применение метода относительного статического позиционирования для построения геодезических сетей

Проектирование спутниковых сетей, особенности рекогносцировки местности, выбор исходных пунктов закладки пунктов сети, производства наблюдений на пунктах сети, ведение полевого журнала

Тема 7.2. Применение позиционирования по методу RTK для производства топографических съёмок, геодезических изысканий, обеспечения инженерных изысканий, привязки измерений трассоискателей и выноса объектов в натуру

Применение позиционирования по методу RTK для производства топографических съёмок, геодезических изысканий, обеспечения инженерных изысканий, привязки измерений трассоискателей и выноса объектов в натуру

Тема 7.3. Применение метода относительного кинематического позиционирования для координатной привязки результатов мобильного лазерного сканирования, аэрофотосъёмки, батиметрической эхолокационной съёмки

Применение метода относительного кинематического позиционирования для координатной привязки результатов мобильного лазерного сканирования, аэрофотосъёмки, батиметрической эхолокационной съёмки

Тема 7.4. Применение метода относительного кинематического позиционирования и позиционирования по методу «подвижной базы» для определения ориентации и навигации транспортных средств и их отдельных узлов или рабочих поверхностей

Применение метода относительного кинематического позиционирования и позиционирования по методу «подвижной базы» для определения ориентации и навигации транспортных средств и их отдельных узлов или рабочих поверхностей

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 8. Сети дифференциальных геодезических станций

Тема 8.1. Устройство дифференциальных геодезических станций

Сети дифференциальных геодезических станций. Федеральные, региональные и частные сети. Программа цифровой экономики РФ. Принципы построения и функционирования дифференциальных станций

Тема 8.2. Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей спутниковых дифференциальных станций

Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей спутниковых дифференциальных станций

Тема 8.3. Виртуальные референционные станции VRS

Форматы передачи данных NTRIP, MAC, сетевые решения

Тема 8.4. Международная сеть пунктов IGS.

Международная сеть пунктов IGS.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 9. Специальные области применения ГНСС, РНСС и SBAS

Тема 9.1. Классы точности и области применения результатов функционирования спутниковых систем и широкозонных дополнений

Работы на шельфе, позиционирование нефте- и газопроводов, линий электропередач, дорожной инфраструктуры, контроль состояния рельсового пути, динамического пространственного положения подвижного состава, координатное обеспечение строительных работ, высокоточный мониторинг деформаций инженерных сооружений в реальном времени.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

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, 6 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.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 7 семестр.

Экзамен проводится в виде тестирования с выставлением оценки по пятибалльной шкале и предназначен для проверки уровня освоения студентами учебного материала дисциплины в полном объеме. Тест включает вопросы различных форматов (закрытые с выбором ответа, открытые с кратким ответом, задания на соответствие и т.д), охватывающие все разделы рабочей программы.

Критерии оценивания:

«Отлично» (5) – 90–100% правильных ответов;

«Хорошо» (4) – 75–89%;

«Удовлетворительно» (3) – 60–74%;

«Неудовлетворительно» (2) – менее 60%.

Экзаменационное тестирование может проводиться в очной форме (в аудитории с использованием компьютеров) либо в дистанционном формате через систему электронного обучения. Продолжительность экзамена устанавливается преподавателем, но не превышает 60 минут.

Перед началом тестирования студенты получают инструктаж о порядке выполнения работы, правилах оформления ответов и системе оценивания. Проверка результатов осуществляется автоматически сразу. Студенты, не набравшие минимальный процент, могут ознакомиться с допущенными ошибками. Окончательные оценки выставляются в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Глобальные и региональные спутниковые навигационные системы и их функциональные дополнения

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 1.4. Перспективы развития и планы модернизации существующих ГНСС, РНСС, SBAS

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Изучение структуры файлов наблюдений в формате RINEX версии 2.11

Раздел 2. Состав навигационного сообщения и измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 2.2. Навигационные сообщения ГНСС, РНСС

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Изучение структуры файлов наблюдений в формате RINEX версии 2.11

Тема 2.3. Дальномерный код и методы измерения кодовых псевдодальностей по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление приближённых координат фазового центра антенны СГА

Тема 2.4. Хранение измерений по сигналам ГНСС, РНСС, SBAS

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Состав навигационного сообщения и измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS"

Раздел 3. Факторы, влияющие на точность измерения кодовых и фазовых псевдодальностей и методы их компенсации

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 3.2. Тропосферная задержка радионавигационного сигнала

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление тропосферной задержки

Тема 3.3. Ионосферная задержка радионавигационного сигнала

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление поправок в измеренные псевдодальности за влияние ионосферы

Тема 3.6. Дополнительные факторы, оказывающие влияние на измерения фазовых псевдодальностей

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление поправок за влияние ионосферы с использованием модели ионосферы Клобушара

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Факторы, влияющие на точность измерения кодовых и фазовых псевдодальностей и методы их компенсации"

Раздел 4. Методы позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 4.8. Относительное кинематическое позиционирование по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS по методу «подвижной базы»

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Методы позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS"

Раздел 5. Спутниковая геодезическая аппаратура и дополняющие её средства измерений

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 5.2. Антенны СГА.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Выбор ГНСС-аппаратуры для выполнения геодезических работ

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Спутниковая геодезическая аппаратура и дополняющие её средства измерений"

Раздел 6. Технологии позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 6.1. Предобработка измерений по сигналам ГНСС, РНСС и SBAS

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Тема 6.4. Технологии кинематического и статического относительного позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС, SBAS

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Технологии позиционирования по измерениям ГНСС, РНСС и SBAS"

Раздел 7. Применение ГНСС, РНСС и SBAS для решения классических задач геодезии и высокоточной навигации

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 7.4. Применение метода относительного кинематического позиционирования и позиционирования по методу «подвижной базы» для определения ориентации и навигации транспортных средств и их отдельных узлов или рабочих поверхностей

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Преобразование результатов наблюдений в формат RINEX

Раздел 8. Сети дифференциальных геодезических станций

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 8.4. Международная сеть пунктов IGS.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Обработка кинематических наблюдений в программном пакете RTKLIB

Раздел 9. Специальные области применения ГНСС, РНСС и SBAS

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 9.1. Классы точности и области применения результатов функционирования спутниковых систем и широкозонных дополнений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Специальные области применения ГНСС, РНСС и SBAS"

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-2.2 ПК-4.2 ПК-2.3 ПК-4.3 ПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Что такое длина волны радиосигнала, частота сигнала и фаза сигнала?

2. Каким образом может быть оценена точность полиномиальной интерполяции точных эфемерид?

3. Какие метеорологические параметры необходимы для применения моделей тропосферы? К какой точке пространства относятся эти метеорологические параметры?
4. Что такое ошибка часов приёмника?
5. Что такое коэффициенты потери точности?
6. Какие дополнительные факторы необходимо учесть, чтобы повысить точность вычисления координат пункта наблюдений? Какие для этого необходимы дополнительные данные?

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-2.2 ПК-4.2 ПК-2.3 ПК-4.3 ПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Влияние ионосферы Земли на распространение радионавигационных сигналов ГНСС и измерение кодовых и фазовых псевдодальностей
2. Типы, состав и назначение ассистирующей информации используемой при позиционировании по сигналам ГНСС (метеорологические параметры, параметры моделей ионосферы, межканальные задержки СГА и т.д.)
3. Контрольно корректирующая информация ГНСС (дифференциальные поправки). Состав, форматы и способы передачи
4. Методика вычисления приближённых координат потребителя ГНСС
5. Принципы совместной обработки измерительной информации полученной при помощи СГА, инерциальных навигационных систем (ИНС), одометров и других средств измерений
6. Применение СГА для определения ориентации объектов в пространстве

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. / А.О. Куприянов. - МИИГАиК, 2017. - 76 - Текст: непосредственный.

Дополнительная 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

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.miiigaik.ru> - сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)
2. <https://sdo.miiigaik.ru/> - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии

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

- Нивелир оптико-механический - 5 шт.
- Рейка - 3 шт.
- Тахеометр Soulh - 3 шт.
- Штатив - 8 шт.
- Электронный теодолит - 8 шт.
- Интерактивная доска - 1 шт.
- Интерактивная панель - 1 шт.
- Меловая доска - 1 шт.
- Электронный тахеометр Trimble - 9 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Глобальные навигационные спутниковые системы» 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.