

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
21.03.02 Землеустройство и кадастры,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Спутниковые навигационные системы в кадастре**

Направление подготовки: 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Направленность (профиль): Кадастр недвижимости

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 72156  
Подписал: заведующий кафедрой Розенберг Игорь Наумович  
Дата: 16.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины «Спутниковые навигационные системы в кадастре» является изучение общих принципов устройства и работы глобальных навигационных спутниковых систем как одного из наиболее эффективных средств современных геодезических измерений и их применение в городском и земельном кадастре.

Задачами дисциплины является приобретение теоретических и практических навыков при проведении геодезических работ с использованием ГНСС-аппаратуры.

Дисциплина формирует теоретические знания ключевых принципов построения и функционирования глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС, режимов их работы и методов измерений, теоретических основ определения координат и разностей координат наземных пунктов, факторов, влияющих на точность измерений, и особенностей использования систем для решения геодезических и землеустроительных задач.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Способен использовать знания современных, в том числе цифровых, технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ;

**ПК-5** - Способен выполнять технологические операции по работе, обновлению и предоставлению информации, в том числе в цифровом виде, из геоинформационных систем и их картографических подсистем.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

системы координат,  
сведения из теории погрешностей геодезических измерений;  
принципы работы спутниковых приёмников

### **Уметь:**

выполнять работы по созданию опорных межевых сетей, производить кадастровые и топографические съёмки, применять современные геодезические приборы и программно-аппаратные средства обработки

геодезической информации;

осуществлять полевые измерения со спутниковыми приёмниками

**Владеть:**

методами картометрии, проведения топографо-геодезических изысканий с использованием современных приборов, оборудования и технологий; навыками камеральной обработки спутниковых измерений

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	70	70
В том числе:		
Занятия лекционного типа	20	20
Занятия семинарского типа	50	50

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 38 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Введение. Глобальные спутниковые навигационные системы. История развития, дальномерные и доплеровские системы, наземные радионавигационные системы, среднеорбитальные спутниковые системы радиодиапазона. Принципы построения и функционирования спутниковых, радионавигационных систем, орбитальные группировки, геометрия наблюдений, системы координат, эфемериды, системы контроля и координации шкал времени</p>
2	<p>Современные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOW, квази-зенитная QZSS, IRSS</p> <p>Геометрия орбитальных группировок, принципы построения и организации работы наземных комплексов контроля, мониторинга и функционального взаимодействия. Состав установленной на спутнике аппаратуры, атомные стандарты частоты, структура сигналов, схема формирования сигналов, несущие колебания, P-код и C/A код, режим противодействия несанкционированному доступу (AS mode, Y-code). Модернизация и развитие спутниковых систем.</p>
3	<p>Методы определения координат с использованием сигналов ГНСС</p> <p>Кодовые и фазовые измерения, кодовые псевдодальности, фаза несущих колебаний, определение координат по кодовым псевдодальностям, структура навигационного сообщения, Уравнения связывающие измеряемые величины с координатами пунктов. Источники ошибок, влияющие на точность определения координат спутниковыми методами (ионосферные, тропосферные ошибки, многолучевость, ошибки спутниковых приемников, эфемеридные ошибки, ошибки шкал времени).</p>
4	<p>Абсолютный метод спутниковых определений</p> <p>Дифференциальный метод определения координат.</p> <p>Определение координат по кодовым псевдодальностям. Соотношение между временем, частотой и фазой. Фаза несущих колебаний, компоненты моделей псевдодальностей и фазы несущей. Разности фаз - одинарные, двойные, тройные. Комбинации фазовых данных. Комбинация псевдодальностей и фазы. Определение координат пункта абсолютным методом по фазовым измерениям. Определение координат в дифференциальном методе по кодовым и фазовым измерениям.</p>
5	<p>Широкозонные спутниковые системы дифференциальной коррекции</p> <p>Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга –СДКМ, назначение, принципы построения и функционирования. Международные зонные дифференциальные системы EGNOS, WAAS, MSAS, GAGAN. Региональные и локальные системы. Диапазоны применения, точности автономного позиционирования с использованием дифференциальных широкозонных систем. Связные спутниковые системы.</p>
6	<p>Геодезическая аппаратура работающая по сигналам глобальных спутниковых навигационных систем</p> <p>Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура. Общая схема приемных устройств, радиочастотный блок, системы слежения, кодово-фазовые измерения, микропроцессоры, интерфейсы. Типы и классы точности спутниковой аппаратуры, многосистемная аппаратура. Одно-двух, трехчастотная аппаратура. Интегрированная картографо-геодезическая аппаратура. Спутниковые антенны.</p>
7	<p>Методы спутникового позиционирования</p> <p>Технология геодезических, топографических и кадастровых работ с использованием спутникового позиционирования.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Методы пост-обработки и реального времени. Базовая и подвижная станции. Понятие о постоянно действующей, референционной станции. Статический метод, кинематический метод, применение режима «промежуточных остановок». Кинематические методы, кинематика в реальном времени (RTK) с использованием передачи дифференциальных поправок по каналам УКВ, GSM/GPRS. Работа в режимах RTK и LRK с приемом сигналов от сетей базовых станций. Использование статического метода при создании, обновлении и сгущении геодезических сетей. Метод быстрой статики и псевдостатики при топографической и кадастровой съемки. Применение кинематических методов для создания и обновления ГИС, баз пространственных данных. . Организация работ на пункте. Передача данных с приемника на полевой контроллер (ПК). Этапы выполнения работ. Анализ и контроль полевых измерений. Способы создания отчетов и экспорта данных.
8	<b>Сети референционных станций</b> Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей спутниковых референционных станций. Принципы построения и функционирования референционных станций, национальные, региональные сети. Виртуальные референционные станции VRS, форматы передачи данных NTRIP, MAC, сетевые решения. Международная сеть пунктов IGS. Метод высокоточного позиционирования с использованием данных точных эфемерид и поправок часов (PPP)
9	<b>Области применения спутниковых систем позиционирования</b> Классы точности и области применения результатов функционирования спутниковых систем и широкозонных дополнений. Геодезические, топографические, кадастровые, инженерно-геодезические и инженерно-геологические работы, геофизические работы, работы на шельфе, позиционирование нефте-газо трубопроводов, линий электропередач, дорожной инфраструктуры, создание и обновление карт, в том числе, навигационных, высокоточное координатное обеспечение движения скоростных поездов, контроль состояния рельсового пути, динамического пространственного положения подвижного состава, координатное обеспечение строительных работ, высокоточный мониторинг деформаций инженерных сооружений в реальном времени.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Значение дисциплины для кадастра. Общие сведения из электронной дальнометрии
2	Спутниковые навигационные системы. Назначение глобальных систем спутникового позиционирования (ГССП). Общие сведения о методе СОК и организации спутниковых наблюдений
3	Системы координат спутниковой геодезии и связь между ними. Фигура, размеры Земли и земных эллипсоидов
4	Методы определения координат в спутниковой геодезии. Сущность абсолютного метода. Сущность дифференциального метода. Способы разностей при дифференциальном методе
5	Основные источники погрешностей спутниковых наблюдений. Виды погрешностей спутниковых измерений

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
6	Производство работ при спутниковых наблюдениях
7	Технология геодезических, топографических и кадастровых работ с использованием спутникового позиционирования
8	Геодезические, топографические, кадастровые, инженерно-геодезические и инженерно-геологические работы, геофизические работы, работы на шельфе, позиционирование нефте-газо трубопроводов, линий электропередач, дорожной инфраструктуры, создание и обновление карт, в том числе, навигационных, высокоточное координатное обеспечение движения скоростных поездов, контроль состояния рельсового пути и т.д.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с учебной литературой и интернет источниками
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теория и практика инженерно-геодезических работ В. В. Авакян Учебное пособие Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия , 2021	Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1836121">https://znanium.com/catalog/product/1836121</a> . – Режим доступа: по подписке.
2	Задачник по радиосистемам управления и глобальным навигационным спутниковым системам А.А. Поваляев Учебное пособие Москва : Горячая линия-Телеком , 2019	Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1195578">https://znanium.com/catalog/product/1195578</a> . – Режим доступа: по подписке.
3	Высокоточная навигация на основе информационных ГНСС-технологий Д. М. Кружков, П. В. ; под редакцией М. Н. Красильщикова Учебное пособие Москва : МАИ , 2021	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/207449">https://e.lanbook.com/book/207449</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
1	Геоинформационные системы И. Н. Розенберг, В. Я. Цветков М. : МГУПС(МИИТ) , 2015	
2	Сбор информации для ГИС кадастра В. Я. Цветков М. : МГУГиК , 2012	
3	Методы дистанционного зондирования при	

	кадастре недвижимости У. Д. Ниязгулов, А. А. Гебгарт М. : МИИТ , 2012	
4	Спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС/GPS на железнодорожном транспорте С.Е. Гурин; МИИТ. Каф. "Геодезия и геоинформатика" Однотомное издание МИИТ , 2004	НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.4)
5	Спутниковые технологии на службе железных дорог Однотомное издание ОАО НИИАС , 2008	НТБ (фб.)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1.<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2.<http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

3.<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

4.Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

5.<http://www.gisa.ru> - геоинформационном портале ГИС-Ассоциации - сообществе профессионалов в области геоинформационных технологий.

6.<http://gptl.ru> – геопортал Роскосмоса. Сервис космических снимков.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены программным обеспечением: Trimble Business Center, EFT POST Processing, КРЕДО ГНСС(КРЕДО ТИМ)

Операционная система персонального компьютера: Windows 7 или Windows 10.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном компьютерном классе вычислительного центра. Для выполнения лабораторных работ необходимо следующее программно-аппаратное обеспечение:

Персональный компьютер для каждого студента с характеристиками не

хуже: двухядерный процессор с частотой не менее 2000, оперативная память 4 Гб, ПЗУ 100 Гб, монитор 19";

- Проектор и экран для демонстрации учебного материала.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).



Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Геодезия,  
геоинформатика и навигация»

А.Д. Тихонов

С.О. Макаров

Согласовано:

Заведующий кафедрой ГГН

И.Н. Розенберг

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова