

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Системы позиционирования и навигации на высокоскоростном  
железнодорожном транспорте**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте

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: 2017  
Подписал: заместитель руководителя Ефимова Ольга Владимировна  
Дата: 20.06.2024

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

Целью изучения учебной дисциплины является

- изучение современной техники в области позиционирования и навигации на высокоскоростном железнодорожном транспорте,
- изучение теории и практики по вопросам разработки, проектирования и обслуживания оборудования систем спутниковой связи, приемников глобальных навигационных спутниковых систем и иного навигационного оборудования на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний в области архитектуры и технических средств глобальных навигационных спутниковых систем на примере системы ГЛОНАСС;
- получение практических навыков по применению технологий позиционирования и навигации при решении практических задач на высокоскоростном железнодорожном транспорте;
- изучение особенностей выполнения технического обслуживания аппаратуры систем позиционирования и навигации.

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

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

**ПК-11** - Способен проектировать и обслуживать системы спутниковой связи, применяемые на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

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

### **Знать:**

основные особенности решения практических задач по определению пространственных координат объектов высокоскоростного железнодорожного транспорта с использованием типового оборудования.

### **Уметь:**

осуществлять обслуживание оборудования систем позиционирования и навигации высокоскоростного железнодорожного транспорта.

### **Владеть:**

методами выполнения работ по обслуживанию и ремонту оборудования систем позиционирования и навигации, применяемого на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

### 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 №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

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 44 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	Одометрические системы позиционирования и электронные карты: современное состояние. Рассматриваемые вопросы: - Проблема позиционирования;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Одометрические системы на железнодорожном транспорте;</li> <li>- Электронные карты и практика их применения;</li> <li>- Определение пространственных координат и навигация железнодорожного подвижного состава.</li> </ul>
2	<p><b>Радиолокационные, оптические и иные способы локального позиционирования.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Позиционирование в сотовых сетях и сетях Wi-Fi;</li> <li>- Оптические системы позиционирования;</li> <li>- Радиолокационные методы позиционирования;</li> <li>- Применение технологии RFID.</li> </ul>
3	<p><b>Общие сведения о глобальных навигационных спутниковых системах.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- История развития глобальных навигационных спутниковых систем;</li> <li>- Современное состояние вопроса;</li> <li>- Нормативное обеспечение в области глобальных навигационных спутниковых систем;</li> <li>- Архитектура глобальных навигационных спутниковых систем.</li> </ul>
4	<p><b>Принципы определения пространственных координат с использованием спутниковых систем.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы определения пространственных координат объекта с использованием глобальных навигационных спутниковых систем;</li> <li>- Факторы, оказывающие влияние на точность определения пространственных координат;</li> <li>- Шкалы времени.</li> </ul>
5	<p><b>Системы координат в спутниковых системах. Движение навигационных спутников.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы координат в глобальных навигационных спутниковых системах;</li> <li>- Общие сведения о траекторном движении навигационных спутников.</li> </ul>
6	<p><b>Методы позиционирования в глобальных навигационных спутниковых системах.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация методов позиционирования;</li> <li>- Относительный метод измерения и определение высотных отметок с помощью глобальных навигационных спутниковых систем.</li> </ul>
7	<p><b>Радиосигналы в глобальных навигационных спутниковых системах.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Общие сведения о требованиях к сигналам, применяемым в глобальных навигационных спутниковых системах;</li> <li>- Математическое описание радиосигналов и навигационных сообщений;</li> <li>- Фазоманипулированные сигналы в глобальных навигационных спутниковых системах.</li> </ul>
8	<p><b>Навигационные сообщения в глобальных навигационных спутниковых системах.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принцип построения навигационных сообщений в глобальных навигационных спутниковых системах;</li> <li>- Сигналы, используемые для передачи навигационных сообщений.</li> </ul>
9	<p><b>Система ГЛОНАСС.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Архитектура и этапы развития;</li> <li>- Система координат;</li> <li>- Частотно-временное обеспечение;</li> <li>- Шкалы времени;</li> <li>- Наземный сегмент системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Состав и функции подсистемы контроля и управления ГЛОНАСС;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Эфемеридное обеспечение подсистемы контроля и управления ГЛОНАСС;</li> <li>- Радиосигналы в ГЛОНАСС;</li> <li>- Характеристика модулирующих последовательностей;</li> <li>- Навигационные сообщения в ГЛОНАСС;</li> <li>- Навигационные спутники в ГЛОНАСС.</li> </ul>
10	<p>Аппаратура потребителей системы ГЛОНАСС.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы построения аппаратуры потребителей ГЛОНАСС;</li> <li>- Основные узлы аппаратуры потребителей ГЛОНАСС и их характеристики.</li> </ul>
11	<p>Зарубежные навигационные спутниковые системы. Перспективы развития глобальных навигационных спутниковых систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Общая характеристика глобальной навигационной спутниковой системы GPS;</li> <li>- Принципы формирования сигналов в системе GPS;</li> <li>- Галилео и Бейдоу;</li> <li>- Перспективы развития мировых глобальных навигационных спутниковых систем.</li> </ul>
12	<p>Применение глобальных навигационных спутниковых систем в системах управления на высокоскоростном железнодорожном транспорте.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Контроль местоположения и скорости движения подвижного состава;</li> <li>- Использование информации от спутниковых систем для нужд бортовых систем.</li> </ul>
13	<p>Дополнительные задачи, решаемые с применением глобальных навигационных спутниковых систем на высокоскоростном железнодорожном транспорте.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбор трассы прокладки железнодорожной линии при строительстве;</li> <li>- Формирование отчетной документации при строительстве;</li> <li>- Мониторинг геометрии пути и состояния объектов инфраструктуры;</li> <li>- Создание и ведение геоинформационных систем.</li> </ul>
14	<p>Основные технические проблемы при решении задачи позиционирования железнодорожного подвижного состава с использованием глобальных навигационных спутниковых систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Требования к точности позиционирования различных объектов на железнодорожном транспорте в плане и по высоте;</li> <li>- Опыт применения глобальных навигационных спутниковых систем на примере проекта Московского центрального кольца.</li> </ul>
15	<p>Методы коррекции ошибок глобальных навигационных спутниковых систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Относительные методы (дифференциальные и разностные);</li> <li>- Референцные станции;</li> <li>- Построение геодезической опорной (реперной) сети;</li> <li>- Алгоритмы работы опорной сети.</li> </ul>
16	<p>Дифференциальная коррекция.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Стандарты систем с дифференциальной коррекцией;</li> <li>- Кинематика в реальном времени (RTK).</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Одометрические системы определения пространственных координат.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Устройство и принцип работы классических и бесконтактных датчиков угла поворота;</li> <li>- Погрешность определения пройденного расстояния</li> </ul>
2	<p>Методы компенсации ошибки одометрической системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы компенсации ошибки пройденного расстояния с использованием рельсовых цепей;</li> <li>- Методы компенсации ошибки пройденного расстояния с использованием бализ.</li> </ul>
3	<p>Применение электронных карт для навигации на железнодорожном транспорте.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понятие электронной карты;</li> <li>- Принцип построения электронной карты. Особенности позиционирования и навигации железнодорожного подвижного состава на отдельных пунктах, имеющих путевое развитие.</li> </ul>
4	<p>Особенности позиционирования и навигации железнодорожного подвижного состава на отдельных пунктах, имеющих путевое развитие.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Позиционирования и навигации железнодорожного подвижного состава на отдельных пунктах, имеющих путевое развитие, с использованием электронной карты и радиоканала;</li> <li>- Особенности применения глобальных навигационных спутниковых систем на станциях.</li> </ul>
5	<p>Изучение абсолютного метода спутникового позиционирования. x</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теоретические сведения об абсолютном методе спутникового позиционирования;</li> <li>- Выполнение записи наблюдений с использованием аппаратуры потребителя глобальной навигационной спутниковой системы основных характеристик сеанса наблюдений.</li> </ul>
6	<p>Изучение и выбор спутниковой аппаратуры потребителя с учетом особенности задачи.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение характеристик аппаратуры глобальной навигационной спутниковой системы;</li> <li>- Выбор характеристик и типа аппаратуры потребителя с учетом особенности задачи.</li> </ul>
7	<p>Способы установки антенн и измерение ее высоты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение конструкции и основных особенностей антенн, применяемых в системах определения пространственных координат.</li> </ul>
8	<p>Обработка результатов спутниковых измерений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение программного обеспечения RTKLIB;</li> <li>- Выполнение обработки спутниковых наблюдений тремя методами (абсолютным, относительным и PPP) с использованием программного обеспечения RTKLIB.</li> </ul>
9	<p>Определение координат базовой станции в системе ITRS.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение формата RTCM;</li> <li>- Изучение протоколов NTRIP;</li> <li>- Выполнение измерений с последующей их обработкой с применением RTKLIB.</li> </ul>
10	<p>Съемка в реальном режиме времени (RTK).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выполнение съемки;</li> <li>- Сопоставление результатов с использованием программного обеспечения.</li> </ul>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа со справочной и специальной литературой.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Работа с лекционным материалом.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Щербаков, В. В. Глобальные навигационные спутниковые системы : учебно-методическое пособие / В. В. Щербаков. — Новосибирск : СГУПС, 2022. — 44 с. — ISBN 978-5-00148-315-1.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/356270">https://e.lanbook.com/book/356270</a> (дата обращения: 03.05.2024).
2	Кружков, Д. М. Отечественная глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС: особенности создания, развития и использования : учебное пособие / Д. М. Кружков, В. В. Пасынков ; под редакцией М. Н. Красильщикова. — Москва : МАИ, 2022. — ISBN 978-5-4316-0884-1	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/256313">https://e.lanbook.com/book/256313</a> (дата обращения: 03.05.2024).
3	Антонович, К. М. Космическая навигация : учебное пособие / К. М. Антонович. — Новосибирск : СГУГиТ, 2015. — ISBN 978-5-87693-865-7.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157304">https://e.lanbook.com/book/157304</a> (дата обращения: 03.05.2024).

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

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);

Электронно-библиотечная система «Intermedia»  
(<http://www.intermediapublishing.ru/>);  
Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (<http://www.book.ru/>);  
Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»–  
<http://www.znanium.com/>

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

1. Программное обеспечение для выполнения практических заданий и лабораторных работ включает в себя свободно распространяемое прикладное программное обеспечение RTKLIB, а также программные продукты общего применения.

2. Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

3. Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции);

микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

веб-камеры (для участия в видеоконференции);

для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти.



9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

ассистент кафедры «Автоматика,  
телемеханика и связь на  
железнодорожном транспорте»

В.С. Кузьмин

Согласовано:

Директор

О.Н. Покусаев

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов