

**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 магистратуры  
по направлению подготовки  
23.04.02 Наземные транспортно-технологические  
комплексы,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Цифровые двойники и их применения в пассажирском комплексе**

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность (профиль): Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта

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: 8890  
Подписал: заведующий кафедрой Вакуленко Сергей Петрович  
Дата: 04.10.2023

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

Целью освоения учебной дисциплины является освоение магистрами цифровых технологий управления объектами транспортно-терминальных систем. В результате изучения дисциплины магистры должны знать принципы управления транспортно-терминальными системами, методы построения цифровых систем управления, уметь применять методы моделирования цифрового управления объектами, приобрести навыки применения прикладных пакетов программ цифрового управления для следующих видов деятельности:

- научно-исследовательской;
- организационно-управленческой;
- расчетно-проектной;
- производственно-технологической.

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

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

**ОПК-2** - Способен принимать обоснованные решения в области проектного и финансового менеджмента в сфере своей профессиональной деятельности;

**ПК-5** - Способен использовать методы стратегического планирования для повышения эффективности работы пассажирского комплекса.

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

### **Знать:**

методы стратегического анализа логистической деятельности.

### **Уметь:**

использовать цифровые технологии для анализа потребностей клиентов в логистических услугах.

### **Владеть:**

навыками применения цифровых технологий для разработки стратегических решений на основе имеющихся данных в отведенное для этого время.

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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	Сем. №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	12	12
В том числе:		
Занятия лекционного типа	6	6
Занятия семинарского типа	6	6

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 60 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	Раздел 1 Классификация и характеристики техноло-гических объектов управления (ТОУ) транспортно-терминальных систем. Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Грузовые потоки.</li> <li>- Подъемно-транспортные машины.</li> <li>- Роботы.</li> <li>- Автоматы.</li> <li>- Манипуляторы.</li> <li>- Склады.</li> <li>- Грузовые фронты.</li> </ul>
2	<p>Раздел 2 Цифровые модели ТОО управления.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Статические и динамические модели объектов.</li> <li>- Производительность маши.</li> <li>- Грузооборот.</li> <li>- Удельный грузопоток.</li> <li>- Режимы работы и мощность терминала.</li> </ul>
3	<p>Раздел 3 Принципы управления технологическими процессами.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Передаточные функции и уравнения состояния ТОО;</li> <li>- Разомкнутые и замкнутые системы управления;</li> <li>- Свойства систем управления: устойчивость, управляемость, наблюдаемость, инвариантность;</li> <li>- Оптимальные, адаптивные и робастные системы управления.</li> </ul>
4	<p>Раздел 4 Архитектура цифровых систем управления.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Программные и аппаратные средства.</li> <li>- Организация процессов сбора, кодирования, обработки, хранения и передачи данных.</li> <li>- Промышленные контроллеры и ПО систем реального времени.</li> <li>- MES, SCADA, PLC-системы.</li> </ul>
5	<p>Раздел 5 Элементы цифровых систем.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Периферийные устройства, датчики, УВВ, интерфейсы, процессоры, память, шины, линии связи и сетевое оборудование.</li> <li>- Программируемые и логические контроллеры, операционные системы реального времени, системы команд и стандартные языки программирования.</li> </ul>
6	<p>Раздел 6 Принципы построения цифровых систем управления реального времени.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концептуальная, математическая и логическая модели транспортно-терминальных систем.</li> <li>- Структурные методы синтеза цифровых систем управления и регулирования, средства отладки прикладных программ.</li> </ul>
7	<p>Раздел 7 Иерархическая классификация и функции цифровых систем управления.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Технологии интеграции информационных потоков.</li> <li>- Стандарт IEC 62264, ГОСТ Р МЭК 62264-1-2010. PDM, ERP, MES, CRM и CPC системы.</li> <li>- Базовые процессы и классы аналитических цифровых систем: Big Data, PI, Data science.</li> <li>- Глобальные и корпоративные системы.</li> <li>- EAS, EDI, EIP и BMPS системы.</li> <li>- Платформы разработки ППО, low-code платформы и open source, LCDP в cloud Computing.</li> </ul>
8	<p>Раздел 8 Профессиональные пакеты ПО цифрового управления технологическими процессами.</p> <p>Основные вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SAP/R3, Factory Suite, In Touch, Citect, Trace Mode.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Слияние ВМPS и СЭД/ЕСМ систем. - Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения цифровых систем управления.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	РАЗДЕЛ 1 Классификация и характеристики техноло-гических объектов управления (ТОУ) транспортно-терминальных систем. Грузовые потоки, подъемно-транспортные машины, роботы, автоматы, манипуляторы, склады, грузовые фронты. В результате работы на практическом занятии студенты научатся выполнять расчет параметров ТОУ интермодального терминала
2	РАЗДЕЛ 2 Цифровые модели ТОУ управления. Статические и динамические модели объектов, производительность машин, грузооборот, удельный грузопоток, режимы работы и мощность терминала. В результате работы на практическом занятии студенты получат навыки моделирования ТОУ интермодального терминала
3	РАЗДЕЛ 3 Принципы управления технологическими процессами. Передаточные функции и уравнения состояния ТОУ. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Свойства систем управле-ния: устойчивость, управляемость, наблюдаемость, инвариантность. Оптимальные, адаптивные и робастные системы управления. В результате работы на практическом занятии студенты познакомятся с синтезом регулятора ТОУ интермодального терминала
4	РАЗДЕЛ 4 Архитектура цифровых систем управления. Программные и аппаратные средства. Организация процессов сбора, кодирования, обработки, хранения и передачи данных. Промышленные контроллеры и ПО систем реального времени. MES, SCADA, PLC-системы. В результате работы на практическом занятии студенты получают навыки программирования PLC.
5	РАЗДЕЛ 6 Принципы построения цифровых систем управления реального времени. Концептуальная, математическая и логическая модели транспортно-терминальных систем. Структурные методы синтеза цифровых систем управления и регулирования, средства отладки прикладных программ В результате работы на практическом занятии студенты получают навыки отладки, настройки и моделирования цифровых регуляторов ТОУ.
6	РАЗДЕЛ 6 Иерархическая классификация и функции цифровых систем управления. Технологии интеграции информационных потоков. Стандарт IEC 62264, ГОСТ Р МЭК 62264-1-2010. PDM, ERP, MES, CRM и CPC системы. Базовые процессы и классы аналитических цифровых систем: Big Data, PI, Data science. Глобальные и корпоративные системы. EAS, EDI, EIP и ВМPS системы. Платформы разработки ППО, low-code платформы и open source, LCDP в cloud Computing

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате работы на практическом занятии студенты получают навык программирования SCADA-системы интермодального терминала
7	РАЗДЕЛ 7 Профессиональные пакеты ПО цифрового управления технологическими процессами. SAP/R3, Factory Suite, In Touch, Citect, Trace Mode. Слияние ВМPS и СЭД/ЕСМ систем. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения цифровых систем управления. В результате работы на практическом занятии студенты получают представления об имитационном моделировании транспортно-терминальной системы.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям. Работа с лекционным материалом. Работа с литературой. Самостоятельное изучение разделов (тем) дисциплины (модуля). Подготовка к зачету.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). С.П. Вакуленко, А.К. Головнич, Ю.О. Пазойский [и др.] Учебное пособие М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте". - 1086 с. - ISBN: 978-5-89035-619-2. , 2012	НТБ МИИТ
2	Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок В.А. Медведев, А.С. Присяжнюк Учебное пособие СПб: Университет ИТМО. - 183 с. , 2016	НТБ МИИТ
3	Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5 томах. Под ред. К.А. Пуп-кова, Н.Д. Егупов М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 656 с. , 2004	НТБ МИИТ
4	Системы искус-ственного интеллекта: модели и технологии основанные на знаниях Л.С.	НТБ МИИТ

	Болотова Учебник М.:, Финансы и статистика. - 664 с. - ISBN: 978-5-279-03530-4. , 2012	
5	Транспортная логистика (линейное программирование) Пашков Н.Н. Учебное пособие М.: Прометей. - 202 с. - ISBN: 978-5-00172-021-8. , 2020	НТБ МИИТ
6	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Учебное пособие М.: Лань. - 464 с. - ISBN: 978-5-8114-4200-3. , 2019	<a href="https://reader.lanbook.com/book/125741">https://reader.lanbook.com/book/125741</a>
7	Operations and Supply Chain Simulation with AnyLogic D. Ivanov E-Textbook, Berlin School of Economics and Law, 2017	<a href="http://global-supply-chain-management.de/The-Book">http://global-supply-chain - management.de/The-Book</a>
8	AnyLogic 6. Лабораторный практикум Осоргин А.Е. Самара: ПГК - 110 с. , 2012	НТБ МИИТ
9	SCADA-системы: взгляд изнутри. Андреев Е.Б., Куце-вич Н.А., Синенко О.В. Книга М.: Изд-во «РТСофт» - 176 с. , 2004	НТБ МИИТ

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

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

2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

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

4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»: <http://znanium.com/>.

5. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»: <http://www.knigafund.ru/>.

6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: [www.bibloclub.ru](http://www.bibloclub.ru)

7. Научная электронная библиотека (НЭБ): <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

8. БД российских научных журналов на Elibrary.ru (РУНЭБ): [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)

9. БД российских журналов EastView: <http://dlib.eastview.com>

10. <http://www.zeldortrans-jornal.ru/magazine/magazin.htm> - электронная библиотека журнала «Железнодорожный транспорт».

11. <http://www.rzd-partner.ru/publications/rzd-partner/> - электронная библиотека журнала «РЖД Партнер».

12. <http://pult.gudok.ru/archive/> - электронная библиотека журнала «Пульт управления».

13. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

14. TADviser. Центр выбора технологий и поставщиков.  
<http://www.tadviser.ru/>

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

Для проведения занятий по дисциплине необходимо наличие ПО Microsoft Office

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

Для проведения учебных занятий необходима аудитория, оснащенная доской, проектором, экраном и ПК.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2 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 «Управление  
транспортным бизнесом и  
интеллектуальные системы»

Н.А. Клычева

Согласовано:

Заведующий кафедрой УТБиИС

С.П. Вакуленко

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Клычева