

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и
транспортных тоннелей,
утвержденной директором РУТ (МИИТ)
Покусаяевым О.Н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Искусственные сооружения на ВСМ

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Цифровое проектирование, строительство и
эксплуатация инфраструктуры
высокоскоростных железнодорожных
магистралей

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 директора Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 04.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о конструкции, динамике и нормах проектирования искусственных сооружений на высокоскоростных магистралях;
- овладение методами цифрового и оптимального проектирования искусственных сооружений ВСМ и навыками их эксплуатации.

Задачами дисциплины являются:

- изучение конструкций, динамики и нормативной базы проектирования ИССО ВСМ;
- формирование навыков разработки технической документации, цифрового моделирования и эксплуатации ИССО.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-5 - Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью;

ПК-5 - Способен разрабатывать проекты ВСМ с использованием цифровых инструментов проектирования, в том числе создавать цифровые двойники объектов инфраструктуры;

ПК-8 - Способен планировать и выполнять работы по эксплуатации инфраструктуры ВСМ с применением автоматизированной техники.

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

Знать:

- конструкции, динамику и нормы проектирования искусственных сооружений ВСМ (ОПК-5, ПК-5);
- стандарты, нормы и правила разработки технической документации на ИССО (ОПК-5);
- принципы цифрового моделирования, создания цифровых двойников и эксплуатации ИССО (ПК-5, ПК-8).

Уметь:

- разрабатывать техническую документацию на искусственные сооружения с использованием норм и стандартов (ОПК-5);

- выполнять цифровое и оптимальное проектирование пролётных строений ВСМ (ПК-5);

- планировать работы по эксплуатации искусственных сооружений с применением автоматизированной техники (ПК-8).

Владеть:

- навыками оформления технической документации на ИССО (ОПК-5);
- навыками цифрового моделирования и создания цифровых двойников искусственных сооружений (ПК-5);

- навыками планирования и организации эксплуатации ИССО ВСМ (ПК-8).

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	120	56	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	60	28	32
Занятия семинарского типа	60	28	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 132 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	Общие сведения о несущей системе и ИССО ВСМ Рассматриваемые вопросы: - мировой опыт строительства и эксплуатации ИССО ВСМ; - примеры проектных решений мостов ВСМ.
2	Несущая система «мост–путь–поезд» Рассматриваемые вопросы: - понятие, состав и цель несущей системы ВСМ; - безопасность движения в зоне мостов ВСМ.
3	Основы динамики несущей системы ВСМ Рассматриваемые вопросы: - динамика деформируемых тел; принцип Даламбера; - декомпозиция многокомпонентных динамических систем.
4	Математические модели динамики мостов и подвижного состава ВСМ Рассматриваемые вопросы: - модели динамики пролётных строений; - модели динамики подвижного состава.
5	Модальный анализ сооружений Рассматриваемые вопросы: - собственные частоты пролётных строений; - резонанс и антирезонанс.
6	Металлические мосты ВСМ Рассматриваемые вопросы: - системы и виды металлических мостов; - конструктивные особенности и размеры.
7	Железобетонные мосты ВСМ Рассматриваемые вопросы: - системы и виды железобетонных мостов; - основные параметры.
8	Опоры и мостовое полотно Рассматриваемые вопросы: - виды опор и их параметры; - виды мостового полотна и особенности.
9	Тоннели на ВСМ Рассматриваемые вопросы: - виды тоннелей; - конструктивные особенности и размеры.
10	Водопропускные трубы и подпорные стены Рассматриваемые вопросы: - виды труб и оценка состояния; - виды и параметры подпорных стен.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
11	Обустройство искусственных сооружений Рассматриваемые вопросы: - виды обустройств ИССО; - конструктивные особенности обустройств.
12	Нормативные документы для проектирования ИССО Рассматриваемые вопросы: - нормы РФ; - нормы Европы и Китая.
13	Взаимодействие подвижного состава с пролётными строениями Рассматриваемые вопросы: - динамическое взаимодействие на ВСМ; - примеры неудачных проектных решений.
14	Междисциплинарные проблемы транспортного строительства для ВСМ Рассматриваемые вопросы: - взаимосвязь конструкции, динамики и эксплуатации; - постановка задач проектирования ИССО.
15	Цифровые технологии в проектировании ИССО ВСМ Рассматриваемые вопросы: - обзор САПР и цифровых инструментов; - место информационного моделирования.
16	Информационное моделирование (ВМ) искусственных сооружений Рассматриваемые вопросы: - состав информационной модели ИССО; - ведение модели на этапах жизненного цикла.
17	Цифровые двойники искусственных сооружений ВСМ Рассматриваемые вопросы: - понятие и назначение цифрового двойника ИССО; - синхронизация с данными о состоянии.
18	Прикладная теория ИИ в строительстве ВСМ Рассматриваемые вопросы: - понятие и классификация методов ИИ; - сферы применения методов.
19	Математические основы прикладной теории ИИ Рассматриваемые вопросы: - постановка задач оптимизации; - критерии и ограничения.
20	Градиентные методы и метод роевого интеллекта Рассматриваемые вопросы: - градиентные методы оптимизации; - метод роевого интеллекта.
21	Критерии оптимальности конструкций мостов Рассматриваемые вопросы: - обоснование глобального экстремума; - формулировка критериев.
22	Парето-оптимальные решения для транспортных конструкций Рассматриваемые вопросы: - многокритериальная оптимизация; - Парето-оптимальные решения.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
23	Оптимальное проектирование балочных пролётных строений Рассматриваемые вопросы: - постановка задачи оптимизации; - конструктивные и динамические ограничения.
24	Оптимальное проектирование мостового полотна Рассматриваемые вопросы: - методология ИИ для мостового полотна; - анализ результатов.
25	Эффективность решений ИИ в сравнении с решениями человека Рассматриваемые вопросы: - сопоставление по критериям; - оценка эффективности.
26	Техническая документация на искусственные сооружения Рассматриваемые вопросы: - состав технической документации; - учётные формы и схемы.
27	Текущее содержание и ремонт ИССО на ВСМ Рассматриваемые вопросы: - организация текущего содержания; - планирование ремонтов.
28	Диагностика и мониторинг технического состояния ИССО Рассматриваемые вопросы: - методы диагностики; - мониторинг состояния сооружений.
29	Эксплуатация ИССО с применением автоматизированной техники Рассматриваемые вопросы: - автоматизированные средства эксплуатации; - планирование и выполнение работ.
30	Перспективы цифрового проектирования и эксплуатации ИССО ВСМ Рассматриваемые вопросы: - тенденции цифровизации; - инновационные конструкции и технологии.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Металлические мосты: определение системы и параметров Определение системы и вида металлического моста, его основных размеров и конструктивных особенностей.
2	Железобетонный мост: определение системы и параметров Определение системы и вида железобетонного моста, его основных размеров и конструктивных особенностей.
3	Опоры: определение вида и размеров Определение вида опор, их основных размеров и конструктивных особенностей.
4	Мостовое полотно: определение вида и особенностей Определение вида мостового полотна и его конструктивных особенностей.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
5	Тоннели: определение вида и параметров Определение вида тоннеля, его конструктивных особенностей и основных размеров.
6	Трубы: определение вида и оценка состояния Определение вида трубы и её основных размеров; оценка технического состояния.
7	Подпорные стены: определение вида и размеров Определение вида, конструктивных особенностей и основных размеров подпорной стены.
8	Обустройство ИССО: определение видов Определение видов обустройств искусственных сооружений и их конструктивных особенностей.
9	Модальный анализ пролётного строения Определение собственных частот пролётного строения ВСМ.
10	Проверка резонансных условий Проверка резонансных условий пролётного строения при высокоскоростном движении.
11	Расчёт взаимодействия подвижного состава с пролётным строением Расчёт динамического взаимодействия подвижного состава с пролётным строением.
12	Оформление карточки на металлический мост Оформление карточки на металлический мост по результатам осмотра; заполнение учётных форм и вычерчивание схем.
13	Оформление карточки на железобетонный мост Оформление карточки на железобетонный мост по результатам осмотра; заполнение учётных форм.
14	Оформление карточек на пешеходный мост и трубу Оформление карточек на пешеходный мост и водопропускную трубу; заполнение учётных форм.
15	Выбор конструктивных решений пролётных строений Выбор конструктивных решений для проектирования пролётных строений в условиях ВСМ по заданию.
16	Выбор критериев оптимальности пролётных строений Выбор критериев оптимальности пролётных строений.
17	Формулировка динамических и конструктивных ограничений Формулировка динамических и конструктивных ограничений для задачи проектирования.
18	Решение задачи оптимального проектирования Решение задачи оптимального проектирования пролётных строений при ограничениях ВСМ.
19	Конструирование поперечных сечений пролётных строений Конструирование поперечных сечений пролётных строений из различных материалов.
20	Построение ВМ-модели искусственного сооружения Построение информационной (ВМ) модели искусственного сооружения.
21	Создание цифрового двойника пролётного строения Создание цифрового двойника пролётного строения.
22	Создание цифрового двойника опоры моста Создание цифрового двойника опоры моста.
23	Оптимальное проектирование балочного пролётного строения (ИИ) Оптимальное проектирование балочного пролётного строения методами ИИ.
24	Оптимальное проектирование мостового полотна (ИИ) Оптимальное проектирование мостового полотна по методологии ИИ.
25	Сравнение решений ИИ и инженера Сравнение решений ИИ и инженера по критериям оптимальности.
26	План текущего содержания и ремонта ИССО Разработка плана мероприятий по организации текущего содержания и ремонта ИССО в дистанции пути.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
27	Диагностика технического состояния ИССО Диагностика технического состояния ИССО по данным мониторинга.
28	Планирование эксплуатации ИССО с автоматизированной техникой Планирование эксплуатации ИССО с применением автоматизированной техники.
29	Оформление комплекта технической документации на ИССО Оформление комплекта технической документации на искусственное сооружение.
30	Комплексное цифровое моделирование ИССО ВСМ Итоговое комплексное цифровое моделирование искусственного сооружения ВСМ.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	работа с научно-технической литературой; поиск и обзор публикаций и электронных источников;
2	выполнение курсового проекта;
3	подготовка к практическим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Базовая тема: «Проектирование искусственного сооружения ВСМ».

Параметры задаются индивидуально; варианты:

1. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (железобетонное пролётное строение минимальной материалоемкости).

2. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (железобетонное пролётное строение минимальных внутренних усилий).

3. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (стальное пролётное строение минимальной материалоемкости).

4. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (стальное пролётное строение минимальных внутренних усилий).

5. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (оценка влияния ИССО на безопасность движения поездов на ВСМ).

6. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (расчёт ИССО с учётом динамических нагрузок от высокоскоростного подвижного состава).

7. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (оптимизация мостового полотна по методологии ИИ).

8. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (проектирование опоры моста ВСМ).

9. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (проектирование водопропускной трубы на участке ВСМ).

10. Проектирование искусственного сооружения ВСМ (проектирование подпорной стены на участке ВСМ).

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Аккерман, Г. Л. Особенности реконструкции и проектирования железных дорог под скоростное и высокоскоростное движение : учебное пособие / Г. Л. Аккерман, С. Г. Аккерман. — Екатеринбург : , 2023. — 83 с. — ISBN 978-5-94614-534-3.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/369458
2	Авдей, Ю. В. Мосты на железных дорогах : учебное пособие / Ю. В. Авдей. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2025. — 130 с. — ISBN 978-5-7641-2111-6.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/519876
3	Ефимов, С. В. Информационное моделирование мостового сооружения : учебно-методическое пособие / С. В. Ефимов, К. В. Кобелев, А. В. Паторняк. — Новосибирск : СГУПС, 2024. — 64 с. — ISBN 978-5-00148-447-9.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/493862

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

- Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)
- Официальный сайт ОАО «РЖД» (<https://www.rzd.ru/>)
- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)
- ЭБС издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (<https://znanium.com/>)
- Информационные справочные системы «КонсультантПлюс», «Гарант»

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

- система автоматизированного проектирования (САПР) транспортных сооружений

- программное обеспечение информационного (BIM) моделирования
- программные средства расчёта и динамического анализа конструкций
- программные средства оптимального проектирования (методы ИИ)

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

Компьютерный класс, оборудованный современными персональными компьютерами и мультимедийным оборудованием для демонстрации экрана

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовой проект в 6, 7 семестрах.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Мосты и тоннели»

В.Ю. Поляков

Согласовано:

Заместитель директора

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов