

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
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аэродинамика подвижного состава ВСМ

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава
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: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич
Дата: 03.12.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Аэродинамика подвижного состава ВСМ" являются:

- изучить влияние обтекания воздухом на работу подвогонного оборудования;
- изучить воздействия движущегося поезда на объекты инфраструктуры, подвижной состав;
- сформировать у обучающихся представление о выборе рациональных форм головной и хвостовой частей поезда по критерию снижения сопротивления движению;
- сформировать у обучающихся представление о выборе форм поверхностей железнодорожных экипажей.

Задачей освоения учебной дисциплины "Аэродинамика подвижного состава ВСМ" является:

- освоение принципов конструирования подвижного состава железных дорог с учётом аэродинамических явлений;

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-9 - Способен выполнять обоснование параметров конструкции и систем подвижного состава ВСМ.

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

Знать:

- основные требования к конструкции высокоскоростного подвижного состава с точки зрения аэродинамики;
- направления снижения влияния подвижного состава на объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- основные положения гидродинамики.

Уметь:

- разрабатывать мероприятия по улучшению взаимодействия подвижного состава и его элементов с окружающей средой в процессе движения;
- выполнять расчёты по определению аэродинамических параметров подвижного состава.

Владеть:

- основными методами оценки взаимодействия высокоскоростного подвижного состава и окружающей среды;
- методами проектирования высокоскоростного подвижного состава, направленными на повышение его энергетической эффективности.

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): | 48 | 48 |
| В том числе: | | |
| Занятия лекционного типа | 16 | 16 |
| 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 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 | Анализ исторического развития приёмов и способов учёта воздействия воздушной среды на железнодорожный подвижной состав. Аэродинамика железнодорожного поезда, основные направления исследования. Особенности железнодорожного поезда как объекта исследования |
| 2 | Аэро- гидромеханика Основные понятия и допущения гидродинамики. Принцип обращения движения. Физическая природа жидкости и газа. Параметры и размерности величин, характеризующих состояние жидкости и газа. Внутреннее трение и вязкость жидкости и газа. |
| 3 | Кинематика жидкости и газа Методы исследования движения жидкости и газа. Метод Лагранжа. Метод Эйлера. Стационарное и нестационарное движение. Линия, дифференциальное уравнение линии тока. Трубка тока. Уравнение неразрывности. Разложение скорости жидкого элемента. Уравнение Бернулли. Потенциальное и вихревое течение. Вихрь, вихревой шнур. |
| 4 | Некоторые понятия динамики вязкой жидкости Режимы течения жидкости. Коэффициенты подобия при исследовании течения вязкой жидкости (Числа Рейнольдса, Струхаря, Фруда). |
| 5 | Сопротивление тела, обтекаемого потоком жидкости или газа. Обтекание профиля потоком жидкости или газа. Пограничный слой, его характеристики. Отрыв пограничного слоя. Сопротивление, возникающее в результате отрыва пограничного слоя. Меры снижения сопротивления. |
| 6 | Проблематика при исследовании аэродинамики высокоскоростных поездов. Сопротивления движению поезда, его составляющие и методы их снижения. Аэродинамические нагрузки на объекты инфраструктуры, подвижной состав и человека. Влияние аэродинамических факторов на процессы в системе "токоприёмник - контактный провод". |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Работа № 1 Знакомство с пакетом SolidWorks Flow Simulation. Настройка пакета для исследования задачи внешнего обтекания тела |
| 2 | Работа № 2 Обтекание тел различной геометрической формы. Влияние формы тела на величину лобового сопротивления |
| 3 | Работа № 3 Оценка влияния удлинения тела прямоугольного сечения на составляющие лобового сопротивления и сопротивления трения |
| 4 | Работа № 4 Исследование обтекания тела, расположенного вблизи экрана |
| 5 | Работа № 5 Постановка задачи для исследования внутреннего течения. Исследование течения в трубке переменного сечения |
| 6 | Работа № 6 Исследование нестационарного обтекания тела значительного удлинения |
| 7 | Работа № 7 Исследование нестационарного течения в замкнутом объёме |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Установка и настройка программного пакета SolidWorks Flow Simulation для решения задач газо - и гидродинамики |
| 2 | Разработка твердотельной модели головного вагона поезда |
| 3 | Разработка твердотельной модели промежуточного вагона поезда |
| 4 | Разработка твердотельной модели верхнего строения пути |
| 5 | Выполнение расчётов по исследованию обтекания высокоскоростного поезда потоком воздуха, определению параметров взаимодействия потока и поезда, определение факторов воздействия движущегося поезда на объекты инфраструктуры, подвижной состав, людей |
| 6 | Выполнение курсовой работы. |
| 7 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 8 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Расчёт обтекания поезда в соответствии с заданием (высокоскоростного, пассажирского, грузового). Определение влияния ветровой нагрузки, элементов плана и профиля пути на аэродинамические параметры поезда.

Содержание курсовой работы.

Выбор головной части локомотива по критерию минимизации лобового сопротивления.

Определение влияния подвагонного оборудования на величину сопротивления движению (лобового и вязкого трения).

Определение влияния межвагонных промежутков на величину сопротивления движению.

Определение влияния на сопротивление движению ветрового потока

1. Моторвагонный подвижной состав. - Количество вагонов в поезде 8. -. Скорость поезда, м/с - 30. Скорость ветрового потока -25 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 105.

2. Грузовой поезд с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 8. Количество вагонов в поезде 5. Тип вагонов - полувагон. Скорость поезда,

м/с - 40. Скорость ветрового потока -15 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 75

3. Пассажирский с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 6. Количество вагонов в поезде 4. -. Скорость поезда, 80 м/с - 80. Скорость ветрового потока -15 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 165

4. Моторвагонный подвижной состав. - Количество вагонов в поезде 8. -. Скорость поезда, м/с - 45. Скорость ветрового потока 30 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 15.

5. Грузовой поезд с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 8. Количество вагонов в поезде 8. Тип вагонов - цистерна. Скорость поезда, м/с - 50. Скорость ветрового потока -20 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 45

6. Пассажирский с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 4. Количество вагонов в поезде 6. -. Скорость поезда, 70 м/с . Скорость ветрового потока -10 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 15

7. Моторвагонный подвижной состав. - Количество вагонов в поезде 8. -. Скорость поезда, м/с - 50. Скорость ветрового потока 25 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 180.

8. Грузовой поезд с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 8. Количество вагонов в поезде 4. Тип вагонов - цистерна. Скорость поезда, м/с - 20. Скорость ветрового потока -105 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 90

9. Пассажирский с локомотивной тягой. Количество осей локомотива - 6. Количество вагонов в поезде 5. -. Скорость поезда, 30 м/с . Скорость ветрового потока -10 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 15

10. Моторвагонный подвижной состав. - Количество вагонов в поезде 5. -. Скорость поезда, м/с - 5070. Скорость ветрового потока 30 м/с. Угол между векторами воздушного потока и ветровой нагрузкой - 0.

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

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ивлиев, А. Д. Физика / А. Д. Ивлиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 676 с. — ISBN 978-5-507-48769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. | URL: https://e.lanbook.com/book/362933 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей |
| 2 | Доманский, И. В. Механика жидкости и газа / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 140 с. — ISBN 978-5-507-45645-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система | URL: https://e.lanbook.com/book/277058 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей |
| 3 | Назаров, Д. В. Экспериментальная аэродинамика : учебное пособие / Д. В. Назаров, А. Н. Никитин, Е. В. Тарасова. — Самара : Самарский университет, 2020. — 176 с. — ISBN 978-5-7883-1497-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система | URL: https://e.lanbook.com/book/188894 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей |

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

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)
 Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)
 Поисковая система SCOPUS

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

SolidWorks Flow Simulation

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

Компьютер и презентационное оборудование

Лекции

КОМПЬЮТЕРНЫЙ класс с предустановленным программным пакетом
SolidWorks

Практические занятия

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовая работа в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, д.н.
кафедры «Электропоезда и
локомотивы»

О.Е. Пудовиков

Согласовано:

Директор

О.Н. Покусаев

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов