

**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: 28.05.2025

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

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

- изучить влияние обтекания воздухом на работу подвального 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 высокоскоростного подвижного состава" 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;

### **Уметь:**

разрабатывать мероприятия по улучшению взаимодействия подвижного состава и его элементов с окружающей средой в процессе движения;

### **Знать:**

Направления снижения влияния подвижного состава на объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта

### **Владеть:**

Основными методами оценки взаимодействия высокоскоростного подвижного состава и окружающей среды;

**Владеть:**

Методами проектирования высокоскоростного подвижного состава, направленными на повышение его энергетической эффективности

**Знать:**

Основные положения гидродинамики

**Уметь:**

Выполнять расчёты по определению аэродинамических параметров подвижного состава

**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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Анализ исторического развития приёмов и способов учёта воздействия воздушной среды на железнодорожный подвижной состав.<br>Аэродинамика железнодорожного поезда, основные направления исследования. Особенности железнодорожного поезда как объекта исследования                                                                                        |
| 2        | Аэро- гидромеханика<br>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<br>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<br>Режимы течения жидкости. Коэффициенты подобия при исследовании течения вязкой жидкости (Числа Рейнольдса, Струхаря, Фруда).                                                                                                                                                                               |
| 5        | Сопротивление тела, обтекаемого потоком жидкости или газа.<br>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.<br>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

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Работа № 1<br>Знакомство с пакетом SolidWorks Flow Simulation. Настройка пакета для исследования задачи внешнего обтекания тела |
| 2        | Работа № 2<br>Обтекание тел различной геометрической формы. Влияние формы тела на величину лобового сопротивления               |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                             |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | Работа № 3<br>Оценка влияния удлинения тела прямоугольного сечения на составляющие лобового сопротивления и сопротивления трения |
| 4        | Работа № 4<br>Исследование обтекания тела, расположенного вблизи экрана                                                          |
| 5        | Работа № 5<br>Постановка задачи для исследования внутреннего течения. Исследование течения в трубке переменного сечения          |
| 6        | Работа № 6<br>Исследование нестационарного обтекания тела значительного удлинения                                                |
| 7        | Работа № 7<br>Исследование нестационарного течения в замкнутом объёме                                                            |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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 междвагонных 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     | Курс общей физики И.В. Савельев Однотомное издание "Лань" , 2007                                  | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3) |
| 1     | Механика жидкости и газа Л.Г. Лойцянский Однотомное издание Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. , 1987 | НТБ (фб.)                        |
| 2     | Аэродинамика А.М. Мхитарян Однотомное издание Машиностроение , 1976                               | НТБ (фб.)                        |

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](http://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