

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 - программа специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Гидравлика и гидропривод

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Грузовые вагоны

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: 3331
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович
Дата: 01.06.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных свойств капельных жидкостей;
- изучение основных законов гидростатики, кинематики жидкости и гидродинамики;
- изучение процессов, возникающих при гидравлическом ударе и истечение через отверстие и насадки.
- изучение устройства, принципа работы и методик расчета простейших насосных установок.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- приобретение теоретических знаний и практических навыков, которые включают производственно-технологическую, организационно-управленческую деятельность на объектах, которыми являются грузовые вагоны;
- овладение методиками решения задач по прикладной гидромеханике.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

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

Знать:

- основные физико-механические свойства жидкостей;
- законы гидростатики и гидродинамики;
- приборы и методы измерения давления;
- простые гидравлические машины;
- методы определения расхода жидкости;
- дифференциальные уравнения неразрывности, Эйлера и Навье — Стокса;
- уравнение Бернулли;
- теорию гидродинамического подобия;
- основы математического моделирования гидромеханических процессов;

- режимы течения жидкостей (ламинарный и турбулентный);
- классификацию гидравлических потерь (линейные потери напора и потери напора в местных сопротивлениях);
- закономерности истечения жидкости через отверстия, насадки и водосливы.

Уметь:

- выполнять математические расчеты гидравлических процессов и устройств;
- составлять математические и компьютерные модели гидродинамических процессов и устройств;
- проводить гидравлический расчет трубопроводов;
- применять знания аналитических и численных методов к решению конкретных задач гидромеханики;
- выполнять гидравлические расчеты трубопроводов по определению потерь напора;
- использовать на практике приборы и методы определения скоростей, давлений и расходов движущихся жидкостей.

Владеть:

- навыками применения основных законов гидравлики к решению конкретных прикладных задач;
- методами измерения параметров гидродинамических процессов;
- навыками применения современных средств измерения параметров движущихся жидкостей;
- навыками использования методов подобия и математического моделирования в гидромеханике.

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	Семестр №5
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 24 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	Основные физические свойства капельных жидкостей. Рассматриваемые вопросы: - понятие капельных жидкостей; - физические свойства капельных жидкостей (плотность, вязкость, текучесть и др.); - силы, действующие на жидкость; - давление.
2	Гидростатика, основное уравнение, сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Рассматриваемые вопросы: - гидростатическое давление и его свойства; - основное уравнение гидростатики; - уравнение Эйлера; - сила давления жидкости на плоскую стенку; - закон Архимеда.
3	Основы кинематики жидкости. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия и определения; - уравнение расходов.
4	Динамика жидкости. Уравнение Бернулли. Рассматриваемые вопросы: - уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости; - уравнение Бернулли для потока реальной жидкости;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- трубка Пито; - расходомер Вентури.
5	Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Рассматриваемые вопросы: - режимы движения жидкости. Формула Рейнольдса; - местные сопротивления. Уравнение Вейсбаха; - сопротивления по длине. Уравнение Вейсбаха-Дарси; - физический смысл коэффициента потерь.
6	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Рассматриваемые вопросы: - ламинарный режим движения жидкости в круглых трубах; - определение расхода в трубопроводе при ламинарном режиме; - формула Пуазейля; - турбулентный режим движения жидкости; - график Никурадзе.
7	Гидравлический расчет трубопровода. Рассматриваемые вопросы: - расчет трубопровода одного диаметра; - самотечный трубопровод; - последовательное соединение трубопроводов; - параллельное соединение трубопроводов; - разветвленный трубопровод; - сифонный трубопровод; - трубопровод с насосной подачей жидкости.
8	Гидравлический удар. Рассматриваемые вопросы: - колебательный процесс в трубопроводе при гидравлическом ударе; - формула Жуковского; - защита трубопроводных систем от гидравлического удара.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Изменение избыточного и вакуумметрического давления. В результате выполнения лабораторной работы определяется избыточное и вакуумметрическое давление с помощью манометра и пьезометра; вычисляется абсолютная и относительная погрешность вычислений.
2	Определение удельных энергий жидкости в потоке с переменным живым сечением. В результате выполнения лабораторной работы измеряется пьезометрический напор в трубопроводе с различными сечениями; по результатам вычислений строится график напора.
3	Определение режимов движения жидкости. В результате выполнения лабораторной работы на основе проведенных опытов и на основе результатов вычислений определяется режим течения жидкости (ламинарный, турбулентный)
4	Определение гидравлических сопротивлений по длине напорного трубопровода и коэффициента Дарси. В результате выполнения лабораторной работы определяются гидравлические сопротивления по длине напорного трубопровода и коэффициента Дарси.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
5	Определение коэффициента местных гидравлических сопротивлений. В результате выполнения лабораторной работы определяются коэффициенты местных гидравлических сопротивлений.
6	Изучение гидравлического удара. В результате выполнения лабораторной работы демонстрируется гидравлический удар, возникающий в трубопроводе; рассчитываются основные параметры гидравлического удара.
7	Истечение жидкости через отверстия и насадки. В результате выполнения лабораторной работы демонстрируется истечение через различные отверстия и насадки; рассчитываются основные параметры.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в сосудах. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления основного уравнения гидростатики, закона Архимеда.
2	Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления темы «Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности».
3	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления уравнения Бернулли для потока реальной жидкости.
4	Гидравлические сопротивления. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления уравнения Вейсбаха, Дарси (местные и по длине потери).
5	Расчет трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб разного диаметра. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления расчета трубопроводов параллельного и последовательного соединения.
6	Расчет трубопроводов при изменении расхода вдоль пути и расчет водопроводной сети. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления данной темы.
7	Гидравлический удар в трубах. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи для закрепления темы по гидравлическому удару (формула Жуковского).
8	Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи на истечение через отверстия и насадки.
9	Определение параметров насосной установки. В результате выполнения практического занятия рассматривается методика расчета параметров при проектировании насосных установок различных типов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе
2	Выполнение расчетно-графической работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

В рамках расчетно-графической работы выполняется расчет одного из предложенных вариантов заданий в соответствии с параметрами, указанными в задании.

Расчетно-графическая работа состоит из двух частей:

1. Расчет напорного трубопровода;
2. Исследование режимов работы элементов насосной установки в зависимости от характеристики центробежного насоса.

При выполнении расчетно-графической работы определяется:

Часть 1. Пропускная способность трубопровода (2 случая) и давление в двух сечениях, а также гидравлического удара;

Часть 2. Режимы работы насосной установки и исследование режимов насосной установки.

Графическая часть проекта должна содержать графики, выполненные на формате А3-А4:

1. Построение пьезометрических линий;
2. Исследование изменений режима насосной установки (параллельное и последовательное соединение) на 2-4 листах.

Варианты

1. Часть 1

$d_1=200$ мм

$d_2=200$ мм

$d_3=150$ мм

$l_1=300$ м

$l_2=400$ м

$l_3=600$ м

$J=19$

$H_1=7$ м

$$H_3=14 \text{ м}$$

$$P_H=3,2 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=500$$

Часть 2

Марка насоса 6НД

$$Q=70 \text{ л/с}$$

$$d=170 \text{ мм}$$

$$l_1=800 \text{ м}$$

$$H_\Gamma=60 \text{ м}$$

$$h_{\text{(г.вс)}}=2 \text{ м}$$

2. Часть 1

$$d_1=250 \text{ мм}$$

$$d_2=200 \text{ мм}$$

$$d_3=180 \text{ мм}$$

$$l_1=400 \text{ м}$$

$$l_2=300 \text{ м}$$

$$l_3=700 \text{ м}$$

$$J=16$$

$$H_1=5 \text{ м}$$

$$H_3=10 \text{ м}$$

$$P_H=2,8 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=1$$

$$?_{\text{(зада2)}}=300$$

Часть 2

Марка насоса 5МД-7

$$Q=24 \text{ л/с}$$

$$d=150 \text{ мм}$$

$$l_1=1000 \text{ м}$$

$$H_\Gamma=200 \text{ м}$$

$$h_{\text{(г.вс)}}=4 \text{ м}$$

3. Часть 1

$$d_1=250 \text{ мм}$$

$$d_2=200 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=400 \text{ м}$$

$$l_2=300 \text{ м}$$

$$l_3=700 \text{ м}$$

$$J=17$$

$$H_1=6 \text{ м}$$

$$H_3=10 \text{ м}$$

$$P_H=2,5 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=300$$

Часть 2

Марка насоса 3К-6

$$Q=12 \text{ л/с}$$

$$d=150 \text{ мм}$$

$$l_1=900 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=40 \text{ м}$$

$$h_{\text{(Г.вс)}}=4 \text{ м}$$

4. Часть 1

$$d_1=250 \text{ мм}$$

$$d_2=200 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=400 \text{ м}$$

$$l_2=300 \text{ м}$$

$$l_3=700 \text{ м}$$

$$J=17$$

$$H_1=6 \text{ м}$$

$$H_3=10 \text{ м}$$

$$P_H=2,5 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=300$$

Часть 2

Марка насоса 4К-6

$$Q=32 \text{ л/с}$$

$$d=200 \text{ мм}$$

$$l_1=1100 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=50 \text{ м}$$

$$h_{\text{(г.вс)}}=6 \text{ м}$$

5. Часть 1

$$d_1=200 \text{ мм}$$

$$d_2=220 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=200 \text{ м}$$

$$l_2=500 \text{ м}$$

$$l_3=600 \text{ м}$$

$$J=17$$

$$H_1=6 \text{ м}$$

$$H_3=10 \text{ м}$$

$$P_H=2,8 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=400$$

Часть 2

Марка насоса 3В-200

$$Q=100 \text{ л/с}$$

$$d=220 \text{ мм}$$

$$l_1=1100 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=100 \text{ м}$$

$$h_{\text{(г.вс)}}=8 \text{ м}$$

6. Часть 1

$$d_1=200 \text{ мм}$$

$$d_2=220 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=200 \text{ м}$$

$$l_2=500 \text{ м}$$

$$l_3=600 \text{ м}$$

$$J=17$$

$$H_1=6 \text{ м}$$

$$H_3=10 \text{ м}$$

$$P_H=2,8 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=400$$

Часть 2

Марка насоса 3В-200

$$Q=100 \text{ л/с}$$

$$d=220 \text{ мм}$$

$$l_1=1100 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=100 \text{ м}$$

$$h_{\text{(Г.вс)}}=8 \text{ м}$$

7. Часть 1

$$d_1=180 \text{ мм}$$

$$d_2=220 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=300 \text{ м}$$

$$l_2=500 \text{ м}$$

$$l_3=600 \text{ м}$$

$$J=17$$

$$H_1=6 \text{ м}$$

$$H_2=4 \text{ м}$$

$$H_3=4 \text{ м}$$

$$P_H=3 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=5$$

$$?_{\text{зада2}}=700$$

Часть 2

Марка насоса 6К-12

$$Q=48 \text{ л/с}$$

$$d=180 \text{ мм}$$

$$l_1=900 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=12 \text{ м}$$

$$h_{\text{(Г.вс)}}=2 \text{ м}$$

8. Часть 1

$$d_1=180 \text{ мм}$$

$$d_2=240 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=400 \text{ м}$$

$$l_2=800 \text{ м}$$

$$l_3=600 \text{ м}$$

$$J=18$$

$$H_1=10 \text{ м}$$

$$H_2=4 \text{ м}$$

$$H_3=5 \text{ м}$$

$$P_H=3,5 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{зада2}}=600$$

Часть 2

Марка насоса 5МД-7

$$Q=20 \text{ л/с}$$

$$d=160 \text{ мм}$$

$$l_1=1000 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=120 \text{ м}$$

$$h_{\text{(Г.вс)}}=2 \text{ м}$$

9. Часть 1

$$d_1=180 \text{ мм}$$

$$d_2=240 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=400 \text{ м}$$

$$l_2=800 \text{ м}$$

$$l_3=600 \text{ м}$$

$$J=18$$

$$H_1=10 \text{ м}$$

$$H_2=4 \text{ м}$$

$$H_3=5 \text{ м}$$

$$P_H=3,5 \text{ атм}$$

$$?_{\text{зада1}}=3$$

$$?_{\text{(зада2)}}=600$$

Часть 2

Марка насоса 6НД

$$Q=50 \text{ л/с}$$

$$d=220 \text{ мм}$$

$$l_1=1200 \text{ м}$$

$$H_{\Gamma}=60 \text{ м}$$

$$h_{\text{(Г.вс)}}=4 \text{ м}$$

10. Часть 1

$$d_1=180 \text{ мм}$$

$$d_2=160 \text{ мм}$$

$$d_3=200 \text{ мм}$$

$$l_1=500 \text{ м}$$

$$l_2=800 \text{ м}$$

$$l_3=500 \text{ м}$$

$$J=18$$

$$H_1=11 \text{ м}$$

$$H_2=3 \text{ м}$$

$$H_3=5 \text{ м}$$

$$P_H=2,5 \text{ атм}$$

?_зада1=2

?_(зада2)=400

Часть 2

Марка насоса 4К-6

$Q=32$ л/с

$d=220$ мм

$l_1=800$ м

$H_{\Gamma}=70$ м

$h_{\text{г.вс}}=6$ м

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Чалова, М. Ю. Гидравлика. Статика. Кинематика : учебное пособие для студентов специальностей 23.05.01 «наземные транспортно-технологические средства», 23.05.03 «подвижной состав железных дорог» / Чалова М. Ю., Сокольский А. К., Григорьев П. А., Пушкин А. И. - Москва : РУТ (МИИТ), 2020. - 59 с. - Б. ц. - Текст : непосредственный.	URL: https://e.lanbook.com/book/175990 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
2	Ржавцев, А. А. Гидравлика : учебное пособие / А. А. Ржавцев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-9239-1184-8.	URL: https://e.lanbook.com/book/159312 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
3	Набока Е.М. Гидравлика : учебное пособие / Набока Е.М.. — Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2013. — 139 с. — ISBN 978-5-398-01100-5.	URL: https://e.lanbook.com/book/160536 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
4	Ивановский, Ю. К. Основы теории гидропривода : учебное пособие / Ю. К. Ивановский, К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2955-4.	URL: https://e.lanbook.com/book/212657 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
5	Капустин, А. М. Гидравлика и гидравлические машины : учебное пособие [по дисциплинам "Гидравлика", "Гидрогазодинамика", "Гидравлика и гидравлические машины", "Гидравлика и гидропривод" для студентов очной, заочной и дистанционной форм обучения] / А. М. Капустин, А. П. Стариков, М. С. Шерстобитов ; Омский	URL: https://e.lanbook.com/book/129164 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.

	государственный университет путей сообщения. - Омск : ОмГУПС, 2015. - 129 с.	
6	Виртуальный лабораторный практикум по напорной гидравлике и гидромашинам: Учебное пособие. Коноплев Е.Н. Тверской государственный технический университет, 2020. - 108 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/171306 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
7	Гидравлика : учебник и практикум для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под редакцией В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 386 с.	URL: https://urait.ru/bcode/489356 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.
8	Леонтьев, В. К. Насосы и насосные установки: расчет насосной установки : учебное пособие для вузов / В. К. Леонтьев, М. А. Барашева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13028-7.	URL: https://urait.ru/bcode/496511 (дата обращения: 01.04.2023). - Текст: электронный.

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/>)

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

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>),

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>),

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

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

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

Microsoft Office (Word, Excel).

КОМПАС-3D.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, старший научный
сотрудник, к.н. кафедры «Наземные
транспортно-технологические
средства»

А.К. Сокольский

доцент, к.н. кафедры «Наземные
транспортно-технологические
средства»

П.А. Григорьев

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Заведующий кафедрой ВВХ

Г.И. Петров

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин