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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Прикладная гидравлика

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 10.11.2026

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 установоки гидравлических машин.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- приобретение теоретических знаний и практических навыков, которые включают производственно-технологическую, организационно-управленческую деятельность на объектах, которыми являются локомотивы;
- овладение теоретическими знаниями в области прикладной гидромеханики.

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 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 4 з.е. (144 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	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

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 96 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.
9	Истечение жидкости из отверстий и насадок. Рассматриваемые вопросы: - истечение жидкости из малого отверстия; - истечение из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном уровне; - истечение из отверстия в тонкой стенке при переменном напоре; - истечение под уровень; - истечение через насадки; - истечение жидкости через большие отверстия.
10	Классификация и расчет насосных установок. Рассматриваемые вопросы: - параметры работы насоса; - динамические насосы; - объемные насосы - достоинства и недостатки насосов различных типов; - способы регулирования работы насосов.
11	Объемные насосы и гидромоторы. Рассматриваемые вопросы: - шестеренные гидромашины; - пластинчатые гидромашины; - аксиально-поршневые гидромашины.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
12	Гидроцилиндры (принцип действия, назначение, конструкция, параметры). Рассматриваемые вопросы: - дифференциальные гидроцилиндры; - телескопические гидроцилиндры.

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 ваккуметрическое 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.
5	Определение коэффициента местных гидравлических сопротивлений. В результате выполнения лабораторной работы определяются коэффициента 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.
8	Гидравлические характеристики объемного насоса и напорного клапана. В результате выполнения лабораторной работы студентам необходимо получить экспериментальным путем расходную характеристику насоса и напорного клапана.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа на тему "Расчёт напорного трубопровода и исследование режимов работы насосной установки"

Работа состоит из двухчастей:

Часть 1. Расчёт напорного трубопровода: пропускная способность (2 случая), давление в двух сечениях, гидравлический удар.

Часть 2. Исследование режимов работы элементов насосной установки по характеристике центробежного насоса: рабочая точка; последовательное соединение насосов; параллельное соединение насосов.

Общие исходные данные: Вода при 20 °C: ? = 998 кг/м?; ? = 1,01·10?? м?/с. Масло И-40А: ? = 900 кг/м?; ? = 4,0·10?? м?/с.

Скорость ударной волны: вода - c = 1200 м/с; масло - c = 1100 м/с. Фаза удара ? = 2L/c; при t_зак < ? удар прямой, иначе - непрямой.

Коэффициенты расхода: отверстие ? = 0,62; насадок ? = 0,82; расходомер Вентури ? = 0,98.

Характеристика насоса (часть 2): H_н = H? ? k·Q?, где Q - в м?/с.

Исходные данные по вариантам:

1 Вариант

Два случая: (а) задвижка полностью открыта (?? = 3,0); (б) прикрыта (?? = 30) - определить Q при H = 20 м.

Труба: d = 100 мм; L = 500 м; ? = 0,2 мм. Сечения: вход и перед задвижкой.

Гидроудар: t_зак = 0,5 с (? = 0,83 с - прямой).

Часть 2: Hст = 15 м; насос: H? = 45 м; k = 5,2·10? с?/м?

2 Вариант

Два случая: (а) расход по формуле Пуазейля; (б) проверка по Re и уточнение ? по графику Никурадзе; заданный перепад H = 3,5 м.

Труба: d = 50 мм; L = 100 м; ?? = 2,0. Сечения: начало и конец.

Гидроудар: t_зак = 1,0 с (? = 0,18 с - непрямой).

Часть 2: Hст = 6 м; насос: H? = 11 м; k = 8,9·10? с?/м?

3 Вариант

Два случая: (а) при d = 150 мм определить Q; (б) при Q = 10 л/с подобрать d.

Разность уровней Z = 4,0 м; L = 500 м; ? = 0,5 мм; ?? = 2,0. Сечения: начало и конец (контроль отсутствия вакуума).

Гидроудар: t_зак = 0,1 с (? = 0,83 с - прямой).

Часть 2: Нст = 3 м; насос: H? = 9 м; k = 7,8·10? с?/м?

4 Вариант

Участки: 150/200 м; 100/150 м; 75/100 мм/м; Q = 6 л/с; H = 5,5 м; ?? = 3,0.

Два случая: (а) потери по участкам (уравнение Вейсбаха–Дарси); (б) через эквивалентный трубопровод.

Сечения: стык первого и второго участков; выход. Гидроудар: t_зак = 0,3 с (? = 0,75 с - прямой).

Часть 2: Нст = 4 м; насос: H? = 12 м; k = 8,3·10? с?/м?

5 Вариант

Ветви: d? = 150 мм, L? = 400 м, ?? = 0,3 мм; d? = 100 мм, L? = 400 м, ?? = 0,2 мм; общий Q = 25 л/с.

Два случая: (а) распределение расхода по ветвям; (б) то же при ?? = 0,5 мм.

Сечения: узлы до разветвления и после слияния. Гидроудар: отключение ветви 2, t_зак = 0,5 с (? = 0,67 с - прямой).

Часть 2: Нст = 10 м; насос: H? = 16 м; k = 3,4·10? с?/м?

6 Вариант

Магистраль: d = 150 мм; L = 600 м; ? = 0,3 мм; расход 14 л/с. Ветвь 1: d = 100 мм; L = 200 м; Q? = 8 л/с. Ветвь 2: d = 80 мм; L = 250 м; Q? = 6 л/с; ?? = 2,0.

Два случая: (а) оба потребителя работают; (б) ветвь 1 закрыта.

Сечения: узел разветвления; конец ветви 2. Гидроудар: закрытие ветви 2, t_зак = 0,3 с (? = 0,42 с - прямой).

Часть 2: Нст = 12 м; насос: H? = 27 м; k = 2,6·10? с?/м?

7 Вариант

d = 125 мм; восходящая ветвь 30 м, нисходящая 50 м; ? = 0,15 мм; высота подъёма h = 4,0 м; Z = 2,5 м; ?? = 3,0; допустимый вакуум 8 м.

Два случая: (а) пропускная способность сифона; (б) предельно допустимая высота подъёма из условия вакуума.

Сечения: верхняя точка сифона; выход. Гидроудар: t_зак = 0,1 с (? = 0,13 с - прямой).

Часть 2: Нст = 4 м; насос: Н? = 8 м; k = 3,5·10? с?/м?

8 Вариант

Труба: d = 100 мм; L = 50 м; ? = 0,1 мм; ?? = 2,5. Напор истечения Н = 4,0 м; d? = 40 мм.

Два случая: (а) истечение через малое отверстие (? = 0,62); (б) через внешний цилиндрический насадок (? = 0,82).

Сечения: выход насоса; перед насадком. Гидроудар: t_зак = 0,2 с (? = 0,083 с - непрямой).

Часть 2: Нст = 6 м; насос: Н? = 9 м; k = 2,5·10? с?/м?

9 Вариант

Труба: d? = 100 мм; L = 300 м; ? = 0,2 мм; ?? = 4,0. Вентури: горловина d? = 50 мм; ? = 0,98; замеренный перепад ?h = 0,35 м.

Два случая: (а) расход по показаниям Вентури; (б) по трубке Пито (сравнение результатов).

Сечения: до сужения; в горловине. Гидроудар: t_зак = 0,4 с (? = 0,50 с - прямой).

Часть 2: Нст = 8 м; насос: Н? = 11 м; k = 4,3·10? с?/м?

10 Вариант

Магистраль d = 150 мм (? = 0,3 мм): участок А-L = 500 м, параллельный блок L = 300 м (ветви 150 и 100 мм), участок Б-L = 100 м; Q = 20 л/с; ?? = 4,0.

Два случая: (а) нормальный режим; (б) аварийное отключение ветви 100 мм.

Сечения: напорный патрубок насоса; конец магистрали. Гидроудар: t_зак = 0,6 с (? = 1,5 с - прямой); обосновать способ защиты от гидроудара.

Часть 2: Нст = 18 м; насос: Н? = 31 м; k = 1,1·10? с?/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: 01.04.2022). - 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: 01.04.2022). - 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: 01.04.2022). - Текст: электронный.
4	Коноплев, Е. Н. Виртуальный лабораторный практикум по напорной гидравлике и гидромашинам : учебное пособие / Е. Н. Коноплев. — Тверь : ТвГТУ, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-7995-1069-5.	URL: https://e.lanbook.com/book/171306 (дата обращения: 01.04.2022). - Текст: электронный.
5	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: 01.04.2022). - Текст: электронный.
6	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: 01.04.2022). - Текст: электронный.
7	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: 01.04.2022). - 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/),

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).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Для проведения тестирования: компьютерный класс; кондиционер.

4. Специализированная аудитория для выполнения лабораторных работ, оснащенная испытательными стендами, оборудованная рабочими столами, электрическими розетками, компьютером, проектором и экраном, и доступом в INTERNET.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Курсовая работа 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:

Директор	О.Н. Покусаев
Заведующий кафедрой ТПСЖД	О.Е. Пудовиков
Председатель учебно-методической комиссии	Д.В. Паринов