

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 01.09.2023 10:43:58  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан транспортного факультета  
*П.Итурралде* /П.Итурралде/  
«28» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Гидравлика и гидропневмопривод»**

Специальность

**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

Специализация

**«Автомобили и тракторы»**

Профиль

**«Динамика и прочность транспортно-технологических систем»**

Квалификация (степень) выпускника

**Специалист**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2019 г.

## **1. Цели освоения дисциплины.**

К **основным целям** освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» следует отнести:

- формирование знаний о законах и современных математических зависимостях, описывающих физические процессы, происходящие в потоках жидкостей и газов и использование этих законов и зависимостей для решения технических задач;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений применения исследовательских методов гидромеханики в практической деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» следует отнести:

- изучение законов равновесия и движения жидкостей и газов, а также расчетных зависимостей практической гидравлики и пневматики;
- освоение на базе этих законов и эмпирических зависимостей методов расчета движения жидкости через элементы технических устройств;
- применение полученных знаний для анализа физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы (ОП) специалитета.**

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» является одной из общетехнических дисциплин и относится к базовой части образовательной программы Блока 1 (Б1).

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ОП:

- Теоретическая механика;
- Физика;
- Математика;
- Проектная деятельность;
- Введение в инженерную деятельность;
- Устройство автомобиля и трактора;
- Теория автомобиля и трактора.
- Конструирование и расчет транспортных средств;
- Испытания автомобилей и тракторов;
- Энергетические установки транспортных средств.
- Численные методы;
- Элементы математического моделирования физических процессов.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы и эмпирические зависимости гидромеханики, а также методику исследования потоков жидкости и газа</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов</li> </ul>
ПК-4	способностью определять способы достижения целей проекта, выявлять приоритеты решения задач при производстве, модернизации и ремонте наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные параметры и критерии, обеспечивающие достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств</li> </ul>
ПСК-1.2	способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы движения жидкостей и газов, позволяющие использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать теоретические и практические</li> </ul>

		<p>задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по поиску и проверке новых идей</li> </ul>
--	--	--

#### **4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, т.е. 72 академических часов (из них 36 часов аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы студентов).

Структура и содержание дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1, перечень лабораторных работ приведен в Приложении 2.

##### **Содержание разделов дисциплины:**

##### **Введение.**

Гидравлика – прикладная часть механики жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости и газе. Гидростатическое давление. Свойства жидкостей и газов..

##### **Гидростатика.**

Свойства гидростатического давления. Основной закон гидростатики. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.

##### **Основные законы кинематики и динамики жидкости.**

Основные понятия и определения. Уравнение расходов Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Гидродинамическое подобие потоков жидкости. Режимы течения.

##### **Гидравлические сопротивления.**

Ламинарное течение в круглых и некруглых трубах. Особые случаи ламинарного течения. Основные сведения о турбулентном течении в гладких и шероховатых трубах. Местные сопротивления. Квадратичные и линейные сопротивления. Истечение. Истечение в атмосферу. Истечение под уровень.

##### **Расчет трубопроводов.**

Расчет простых трубопроводов. Соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар.

#### **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- индивидуальное обсуждение хода выполнения лабораторных работ и анализ полученных экспериментальных результатов;
- использования интерпрезентаций, разработанных кафедрой, во внеаудиторной работе (приведены на сайте кафедры);
- индивидуальные консультации и защита выполняемых заданий;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине, разработанных отдельными студентами (по желанию);
- использование текущего контроля в форме бланкового тестирования (разработана серия бланковых тестов, утвержденных на заседаниях кафедры);
- использование итогового контроля в форме компьютерного тестирования (тесты имеются в бланковой форме на кафедре и установлены в центре тестирования университета, ауд. Н-510).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен важной целью образовательной программы, и в целом по дисциплине составляет 47% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 53% от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются различные оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

1. Бланковые тестирования по итогам проведения лабораторных работ (см. Приложение 2) учебного курса. Для данной дисциплины рекомендуются тесты циклов Г-1 и Г-2, утвержденные на заседании кафедры 28.08.2014, протокол №1;
2. Защита трех расчетно-графических работ по следующим темам:
  - статические расчеты элементов гидравлических устройств (варианты заданий приведены в пособии, представленном в разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 1 (глава 1));
  - расчеты элементов гидравлических устройств с использованием уравнения Бернулли (варианты заданий приведены в пособии, представленном в разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 1 (главы 2 и 4));
  - расчеты элементов гидравлических устройств с использованием формул истечения (варианты заданий приведены в пособии, представленном в разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 1 (глава 3)).

Для самостоятельной работы студентов используется методические указания, разработанные кафедрой и презентации по разделам дисциплины, размещенные на сайте кафедры.

По итогам четвертого семестра сдается заключительный зачет с использованием системы тестов. Набор тестовых заданий представлен в Приложении 3.

### 6.1.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности
ПК-4	способностью определять способы достижения целей проекта, выявлять приоритеты решения задач при производстве, модернизации и ремонте наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе
ПСК-1.2	способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины (модуля), в соответствии с и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>ОПК-4</b> — способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности				
<b>знать:</b> основные законы и эмпирические зависимости гидромеха-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания или недостаточное знание основных	Обучающийся демонстрирует неполное знание основных законов и эмпирических зависимостей	Обучающийся демонстрирует знание основных законов и эмпирических зависимостей гидро-	Обучающийся демонстрирует полное и глубокое знание основных законов и эмпирических

ники, а также методику исследования потоков жидкости и газа	законов и эмпирических зависимостей гидромеханики, а также методики исследования потоков жидкости и газа.	гидромеханики, а также методики исследования потоков жидкости и газа, допускает значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний ряда физических процессов.	механики, а также методики исследования потоков жидкости и газа, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при анализе физических процессов.	зависимостей гидромеханики, а также методики исследования потоков жидкости и газа, свободно оперирует приобретёнными знаниями.
<b>уметь:</b> применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа.	Обучающийся демонстрирует неполное умение применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа, допускает значительные ошибки при решении теоретических задач.	Обучающийся демонстрирует умение применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа, но допускает незначительные ошибки, неточности при их решении.	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа.
<b>владеть:</b> методами исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов.	Обучающийся в неполном объеме владеет методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов, допускает значительные ошибки при использовании этих методов исследования.	Обучающийся владеет методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов, но допускает незначительные ошибки при использовании этих методов исследования.	Обучающийся в полном объеме владеет методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
<b>ПК-4</b> — способность определять способы достижения целей проекта, выявлять приоритеты решения задач при производстве, модернизации и ремонте наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе				
<b>знать:</b> основные	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует

<p>параметры и критерии, обеспечивающие достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств</p>	<p>полное отсутствие знания или недостаточное знание основных параметров и критериев, обеспечивающих достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств.</p>	<p>неполное знание основных параметров и критериев, обеспечивающих достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств, допускает значительные ошибки в их определении.</p>	<p>знание основных параметров и критериев, обеспечивающих достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств, но допускает незначительные ошибки и неточности в их определении.</p>	<p>полное и глубокое знание основных параметров и критериев, обеспечивающих достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматических устройств.</p>
<p><b>уметь:</b> проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное умение проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей, допускает значительные ошибки при выполнении расчетов этих устройств.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует умение проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей, но допускает незначительные ошибки и неточности при проведении расчетов этих устройств.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей.</p>
<p><b>владеть:</b> методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств.</p>	<p>Обучающийся владеет в неполном объеме методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств и допускает значительные ошибки</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств и допускает незначительные ошибки при ре-</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств, свободно использует полученные</p>



устройств		при решении практических задач.	шении практических задач.	навыки при решении задач повышенной сложности.
<b>ПСК-1.2</b> — способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов				
<b>знать:</b> основные законы движения жидкостей и газов, позволяющие использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания или недостаточное знание основных законов движения жидкостей и газов, позволяющих использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей.	Обучающийся демонстрирует неполное знание основных законов движения жидкостей и газов, позволяющих использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей, допускает значительные ошибки и проявляет недостаточность знания ряда устройств.	Обучающийся демонстрирует частичные знания основных законов движения жидкостей и газов, позволяющих использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей, но допускает незначительные ошибки и проявляет неточность знания отдельных устройств.	Обучающийся демонстрирует полное знание основных законов движения жидкостей и газов, позволяющих использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей.
<b>уметь:</b> решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики.	Обучающийся демонстрирует не полное умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики, допускает при этом значительные ошибки.	Обучающийся демонстрирует умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики, но при этом допускает незначительные ошибки.	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики.
<b>владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по по-	Обучающийся владеет в неполном объеме методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по по-	Обучающийся частично владеет методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по поиску и проверке новых идей, но	Обучающийся в полном объеме владеет методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по поиску и проверке новых

по поиску и проверке новых идей	иску и проверке новых идей.	новых идей, а также допускает значительные ошибки при решении практических задач.	допускает незначительные ошибки при решении практических задач.	идей, свободно использует полученные навыки при решении задач повышенной сложности.
---------------------------------	-----------------------------	---	---	---

### 6.1.3. Шкалы оценивания результатов заключительной аттестации и их описание.

Форма заключительной аттестации: **зачет** (по итогам пятого семестра).

Заключительная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К аттестации (зачету) допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (модулю) «Основы механики жидкости и газа». К обязательным видам учебной работы относятся:

- лабораторные работы, выполняемые в течение четвертого семестра (перечень приведен в приложении 2);
- расчетно-графические работы, выполняемые в течение четвертого семестра (перечень РГР приведен в приложении 1).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (модулю). Студент демонстрирует знания, умения, навыки, приведенные в таблице показателей (не ниже чем для критерия «удовлетворительно»), оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их для решения практических задач. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более обязательных видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по дисциплине (модулю). Студент демонстрирует

	<p>неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблице показателей (в том числе, для критерия «удовлетворительно»), допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей. При этом студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</p>
--	--

Фонд оценочных средств представлен в приложении 4 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) основная литература:

1. Удовин, В.Г. Гидравлика / В.Г. Удовин, И.А. Оденба ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург : ОГУ, 2014. – 132 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330600>.

### б) дополнительная литература:

1. Каплан, Б.Ю. Гидравлика и гидропривод: [14+] / Б.Ю. Каплан; Министерство образования и науки Российской Федерации, Высшая школа народных искусств (академия). – Санкт-Петербург: Высшая школа народных искусств, 2018. – 84 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499501>.

2. Гидравлика и гидромашины. Лабораторные работы по курсу «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы». Учебное пособие для студентов высших учебных заведений машиностроительных специальностей. Под ред. Беленкова Ю.А. - М., МАМИ, 2003 - 46 с.- Режим доступа: <http://lib.mami.ru/getfile.php?file=MDAwMDAwNTUucGRm&name=0JPQuNC00YDQsNCy0LvQuNC60LAg0Lgg0LPQuNC00YDQvtC80LDRiNC40L3Riy5wZGY%3D>.

3. Беленкова Ю.А., Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Суздальцев В.Е. Лабораторные работы по курсу «Гидравлика», выполняемые на ПЭВМ. Методическое пособие для студентов высших учебных заведений машиностроительных специальностей. Под ред. Лепешкина А.В. – М.: Московский Политех, 2016. – 37 с. Режим доступа: <http://lib.mami.ru/getfile.php?file=MDAwMDE5ODgucGRm&name=MzA0Ny5wZGY%3D>).

### в.) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Разработана программа моделирования лабораторных работ на ЭВМ, дублирующих натурные лабораторные работы кафедры.

Интернет-ресурсы включают учебники, учебно-методические пособия и презентации.

На сайте университета в разделе: кафедра «Гидравлика» представлены следующие материалы:

- теоретические курсы (презентации по разделам дисциплины);
- лабораторный практикум (методические указания по проведению лабораторных работ и рекомендованные формы протоколов для оформления результатов лабораторных работ);
- пособия для самостоятельной работы (методическое пособие для выполнения расчетно-графических работ).

На сайте университета в разделе: библиотека представлены методические пособия, приведенные в подразделах данной программы «дополнительная литература» и «методические указания для самостоятельной работы».

Все учебники и учебные пособия, приведенные в подразделе основная литература данной программы, имеются на различных сайтах Интернета.

Полезные учебно-методические и информационные материалы по дисциплине представлены на сайтах:

[yandex.ru/yandsearch?text=гидрогазодинамика&lr=213](http://yandex.ru/yandsearch?text=гидрогазодинамика&lr=213)

[yandex.ru/yandsearch?text=гидравлика+лекции&lr=213](http://yandex.ru/yandsearch?text=гидравлика+лекции&lr=213)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Аудитория для лекционных и семинарских занятий : столы, стулья, аудиторная доска  
 Рабочее место преподавателя: стол, стул, настенный проекционный экран, мультимедийный комплекс (проектор, персональный компьютер).  
 Рабочее место преподавателя: стол, стул.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.**

При подготовке к лабораторным работам, а также при обработке и анализе результатов экспериментальных исследований, студентам рекомендуется использовать методическое пособие [4], указанное в подпункте 7б данной рабочей программы,

При выполнении домашних расчетно-графических работ студентам рекомендуется использовать методическое пособие [1], указанное в подпункте 7в данной рабочей программы.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя.**

При подготовке преподавания данной дисциплины рекомендуется использовать литературу, приведенную в пункте 7 данной рабочей программы.

При подготовке к чтению лекций в качестве базового учебника целесообразно использовать учебник [1] подпункта 7а данной рабочей программы.

При отработке умения проводить практические расчеты целесообразно использовать задачник [2] подпункта 7б данной рабочей программы.

Для проведения лабораторных работ следует использовать методическое пособие [4], указанное в подпункте 7б.

При организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать методическое пособие [1], указанное в подпункте 7в:

Для проведения заключительного зачета следует использовать тесты, приведенные в Приложении 3.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО  
и учебным планом по специальности  
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Программу составили:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

проф., к.т.н. Лепешкин А.В.,  
проф., к.т.н. Михайлин А.А.

Программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» по специальности  
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специализация  
«Автомобили и тракторы», профиль подготовки «Динамика и прочность транс-  
портно-технологических систем») утверждена на заседании кафедры «Промыш-  
ленная теплоэнергетика»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»

доц., к.т.н.

/Марюшин Л.А./

Программа согласована с руководителем образовательной программы

Руководитель образовательной  
программы

/Лукьянов М.Н./

Структура и содержание дисциплины (модуля) «Гидравлика и гидропневмопривод»

Специальность **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

Специализация «Автомобили и тракторы»

Профиль «Динамика и прочность транспортно-технологических систем»

специалист

очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
1	<b>Введение.</b> Гидравлика – прикладная часть механики жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости и газе. Гидростатическое давление. Свойства жидкостей и газов.	5	1-2	2		2	2	+								
2	<b>Гидростатика.</b> Свойства гидростатического давления. Основной закон гидростатики. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.	5	3-4	2		2	8	+			+					

	<i>РГР – Статические расчеты элементов гидравлических устройств.</i>														
3	<b>Основные законы кинематики и динамики жидкости.</b> Основные понятия и определения. Уравнение расходов Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.	5	5-6	2		2	2	+							
4	<b>Основные законы кинематики и динамики жидкости.</b> Способы измерения напоров. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.	5	7-8	2		2	2	+							
5	<b>Основные законы кинематики и динамики жидкости.</b> Гидродинамическое подобие потоков жидкости. Режимы течения. <i>РГР – Расчеты элементов гидравлических устройств с использованием уравнения Бернулли.</i>	5	9-10	2		2	8	+			+				
6	<b>Гидравлические сопротивления.</b> Ламинарное течение в круглых и некруглых трубах. Особые случаи ламинарного течения.	5	11-12	2		2	2	+							
7	<b>Гидравлические сопротивления.</b> Основные сведения о турбулентном течении в гладких и шероховатых трубах.	5	13-14	2		2	2	+							
8	<b>Гидравлические сопротивления.</b>	5	15-16	2		2	8	+			+				

	Местные сопротивления. Квадратичные и линейные сопротивления. Истечение. Истечение в атмосферу. Истечение под уровень. <i>РГР – Расчеты элементов гидравлических устройств с использованием формул истечения.</i>													
9	<b>Расчет трубопроводов.</b> Расчет простых трубопроводов. Соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар.	5	17-18	2		2	2	+						
	Итого:		18	18		18	36				3			+



Список лабораторных работ дисциплины (модуля)  
«Гидравлика и гидропневмопривод»

Специальность **23.05.01**

«Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Профиль «Динамика и прочность транспортно-технологических систем»

специалист

очная форма обучения

№	Шифр	Название лабораторной работы
6-ой семестр		
1	Г-1	Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
2	Г-2	Режимы течения жидкости
3	Г-3	Определение потерь напора на трение по длине и в местных гидравлических сопротивлениях
4	Г-4	Определение коэффициента потерь в местном гидравлическом сопротивлении при нормальном и кавитационном течении
5	Г-5	Определение коэффициента расхода при истечении через отверстие и насадки
6	Г-6	Гидравлический удар в трубопроводе

Набор тестов для зачета по дисциплине (модулю)

«Гидравлика и гидропневмопривод»

Специальность **23.05.01**

«Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Профиль «Динамика и прочность транспортно-технологических систем»

Специалист, очная форма обучения

### Контрольные тесты (вариант А).

**ВНИМАНИЕ!** При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , а плотность жидкости  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

- Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 100 ат ( $\text{кг/см}^2$ )?  
**I.**  $p = 10 \text{ МПа}$ .      **II.**  $p = 1 \text{ МПа}$ .      **III.**  $p = 100 \text{ кПа}$ .      **IV.**  $p = 10 \text{ кПа}$ .
  - Чему равняется избыточное давление, если манометр показывает 0,1 МПа?  
**I.**  $p_{\text{абс}} = 0,2 \text{ МПа}$ .      **II.**  $p = 0 \text{ МПа}$ .      **III.**  $p = -0,1 \text{ МПа}$ .      **IV.**  $p = 0,1 \text{ МПа}$ .
  - Какое значение принимает коэффициент Кариолиса при ламинарном течении?  
**I.** 5300.      **II.** 2.      **III.** 1.      **IV.** 2300.
  - Чему равен коэффициент сжатия струи при безотрывном истечении через цилиндрический насадок?  
**I.**  $\varepsilon = 0$ .      **II.**  $\varepsilon = 2$ .      **III.**  $\varepsilon = 1$ .      **IV.**  $\varepsilon = 0,62$ .
  - При каком модуле упругости жидкости величина ударного давления при прямом гидроударе будет наибольшей?  
**I.**  $K = 1000 \text{ МПа}$ .      **II.**  $K = 2000 \text{ МПа}$ .      **III.**  $K = 800 \text{ МПа}$ .      **IV.**  $K = 1500 \text{ МПа}$ .
  - Какой энергетический смысл имеет член уравнения Бернулли  $z$ ?  
**I.** Удельная энергия положения.      **II.** Удельная энергия давления.      **III.** Удельная потенциальная энергия.      **IV.** Удельная кинетическая энергия.
- 
- Как экспериментально определяется величина скоростного напора?  
**I.** По разности показаний трубки Пито и пьезометра.      **II.** По показанию пьезометра.      **III.** По разности показаний трубок Пито в начальном и конечном сечениях потока.      **IV.** По показанию трубки Пито.

8. Укажите диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения существует устойчивое ламинарное течение.

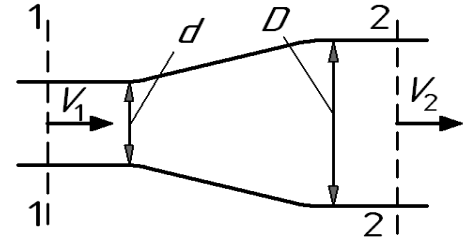
- I.  $Re < 2300$ .      II.  $Re > 2300$ .      III.  $Re < 4000$ .      IV.  $Re > 4000$ .

9. Определить расход жидкости  $Q$ , если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью  $2 \text{ см}^2$  составляет  $10 \text{ м/с}$ .

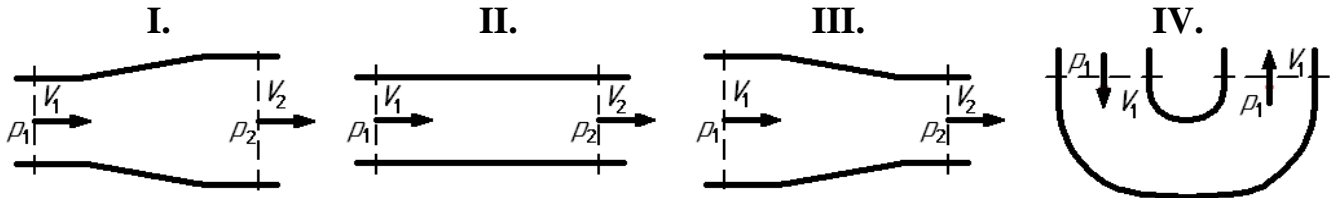
- I.  $Q = 10 \text{ л/с}$ .      II.  $Q = 5 \text{ л/с}$ .      III.  $Q = 4 \text{ л/с}$ .      IV.  $Q = 2 \text{ л/с}$ .

10. При начальной скорости  $V_1 = 4 \text{ м/с}$  расширяющегося потока определить его конечную скорость  $V_2$ , если диаметр меняется с  $d = 20 \text{ мм}$  до  $D = 40 \text{ мм}$ .

- I.  $V_2 = 2 \text{ м/с}$ .      II.  $V_2 = 8 \text{ м/с}$ .      III.  $V_2 = 1 \text{ м/с}$ .      IV.  $V_2 = 4 \text{ м/с}$ .



11. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство  $V_1 > V_2$ ?



12. Как зависит коэффициент потерь на трение  $\lambda$  от числа  $Re$  при турбулентном течении в третьей области сопротивления (область квадратичного сопротивления или автомодельности)?

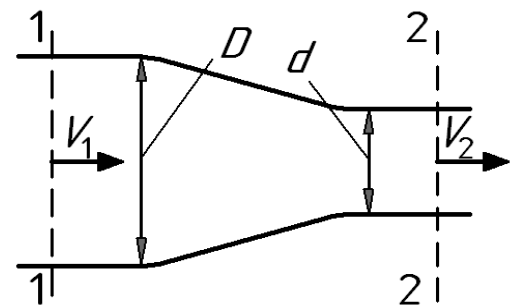
- I. Не зависит от числа  $Re$ .      II. Зависит не только от  $Re$ , но и от шероховатости стенок.      III.  $\lambda = \frac{64}{Re}$ .      IV.  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$ .

13. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было  $p_1 = 0,6 \text{ МПа}$ , а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило  $30 \text{ м}$ .

- I.  $p_2 = 400 \text{ кПа}$ .      II.  $p_2 = 200 \text{ кПа}$ .      III.  $p_2 = 300 \text{ кПа}$ .      IV.  $p_2 = 100 \text{ кПа}$ .

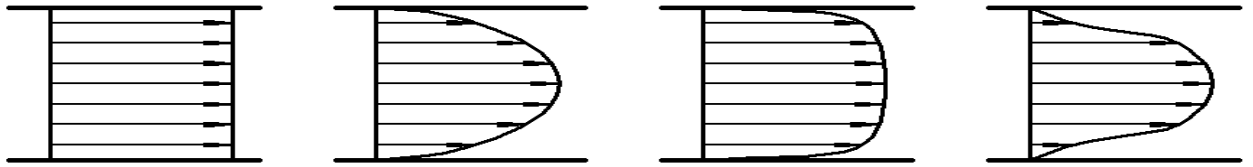
14. Определить потерю напора  $h_{\text{пот}}$  в горизонтальной сужающейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно  $V_1 = 4 \text{ м/с}$  и  $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$ , а давление в конечном сечении —  $p_2 = 80 \text{ кПа}$ . При решении принять  $D/d = 2$ . Течение считать турбулентным.

- I.  $h_{\text{пот}} = 40 \text{ м}$ .      II.  $h_{\text{пот}} = 30 \text{ м}$ .      III.  $h_{\text{пот}} = 20 \text{ м}$ .      IV.  $h_{\text{пот}} = 10 \text{ м}$ .



15. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует обычному ламинарному течению жидкости в круглой трубе.

- I.      II.      III.      IV



16. Чему равен коэффициент Дарси  $\lambda$  для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса  $Re = 10^4$ ? Трубу считать гидравлически гладкой.

- I.**  $\lambda = 0,022$ .      **II.**  $\lambda = 0,0316$ .      **III.**  $\lambda = 0,05$ .      **IV.**  $\lambda = 0,011$ .

17. Укажите наиболее возможное численное значение коэффициента Дарси  $\lambda$  при турбулентном течении жидкости в круглой трубе.

- I.** 0,5.      **II.** 1.      **III.** 0,8.      **IV.** 0,03.

18. Во сколько раз уменьшатся потери напора в местном сопротивлении, если расход уменьшится в 2 раза? Считать, что потери вызваны вихреобразованием..

- I.** В 4 раза.      **II.** В 2 раза.      **III.** В 0,5 раза.      **IV.** В  $\sim 3,5$  раза.

19. Что учитывает коэффициент  $\zeta$ ?

- I.** Соотношение сил инерции и сил трения.      **II.** Потери энергии в местных сопротивлениях.      **III.** Потери энергии на трение по длине трубы.      **IV.** Распределение скоростей по сечению потока.

20. Чему равно избыточное давление перед входом в трубку Вентури?

- I.** Показанию манометра.      **II.** Разности атмосферного давления и показания вакуумметра.      **III.** Сумме атмосферного давления и показания манометра.      **IV.** Показанию вакуумметра с противоположным знаком.

21. Определить потерю давления  $\Delta p$  при движении жидкости с расходом  $Q = 0,8$  л/с через дросселирующее отверстие площадью  $d = (1/0,7)$  см<sup>2</sup>. Принять коэффициент расхода отверстия  $\mu = 0,7$ .

- I.**  $\Delta p = 24$  кПа.      **II.**  $\Delta p = 8$  кПа.      **III.**  $\Delta p = 32$  кПа.      **IV.**  $\Delta p = 16$  кПа.

22. При каком условии в трубе возникает прямой гидравлический удар?

- I.** Если трубопровод прямой.      **II.** Если время закрытия крана меньше фазы гидравлического удара.      **III.** Если трубопровод имеет повороты.      **IV.** Если время закрытия крана больше фазы гидравлического удара.

23. Как зависят потери напора от расхода при турбулентном течении во второй области сопротивления?

- I.** Пропорциональны квадрату расхода.      **II.** Пропорциональны расходу в степени  $1,75 \div 2$ .      **III.** Пропорциональны расходу.      **IV.** Пропорциональны расходу в степени 1,75.

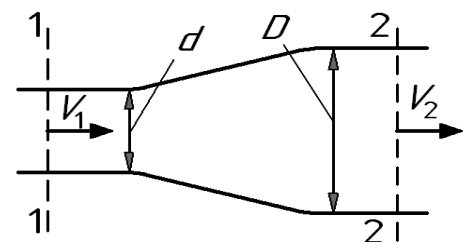
24. Чему равен коэффициент расхода при истечении идеальной жидкости?

- I.** Коэффициенту скорости.      **II.** Коэффициенту сжатия струи.      **III.** Единице.      **IV.** Нулю.

### Контрольные тесты (вариант Б).

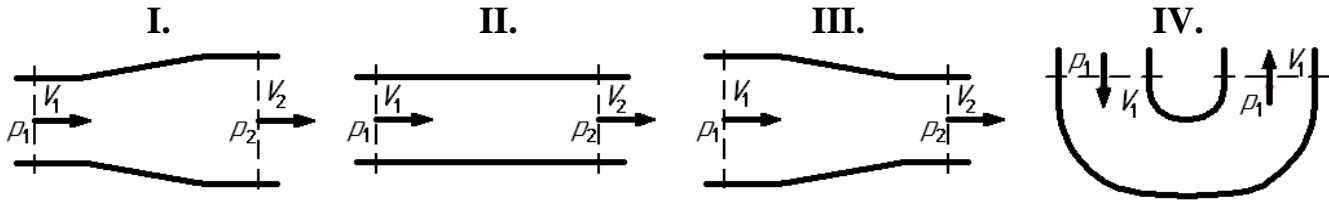
**ВНИМАНИЕ!** При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , а плотность жидкости  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

- Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 10 ат ( $\text{кг/см}^2$ )?  
 I.  $p = 10 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 1 \text{ МПа}$ .      III.  $p = 100 \text{ кПа}$ .      IV.  $p = 10 \text{ кПа}$ .
- Чему равняется абсолютное давление, если манометр показывает 0,1 МПа?  
 I.  $p_{\text{абс}} = 0,2 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 0 \text{ МПа}$ .      III.  $p = -0,1 \text{ МПа}$ .      IV.  $p = 0,1 \text{ МПа}$ .
- Какое предельное значение принимает число Рейнольдса при ламинарном течении?  
 I. 5300.      II. 2.      III. 1.      IV. 2300.
- Чему равен коэффициент сжатия струи при истечении через насадок с большими числами Рейнольдса  $Re$ ?  
 I.  $\varepsilon = 0$ .      II.  $\varepsilon = 1$ .      III.  $\varepsilon = 2$ .      IV.  $\varepsilon = 0,62$ .
- При каком модуле упругости жидкости величина ударного давления при прямом гидроударе будет наименьшей?  
 I.  $K = 1000 \text{ МПа}$ .      II.  $K = 2000 \text{ МПа}$ .      III.  $K = 800 \text{ МПа}$ .      IV.  $K = 1500 \text{ МПа}$ .
- Какой энергетический смысл имеет член уравнения Бернулли  $p / \rho g$ ?  
 I. Удельная энергия положения.      II. Удельная энергия давления.      III. Удельная потенциальная энергия.      IV. Удельная кинетическая энергия.
- Как экспериментально определяется величина полного напора?  
 I. По разности показаний трубки Пито и пьезометра.      II. По показанию пьезометра.      III. По разности показаний трубок Пито в начальном и конечном сечениях потока.      IV. По показанию трубки Пито.
- Укажите (наиболее полно) диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения не может существовать устойчивого ламинарного течения.  
 I.  $Re < 2300$ .      II.  $Re > 2300$ .      III.  $Re < 4000$ .      IV.  $Re > 4000$ .
- Определить расход жидкости  $Q$ , если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью  $4 \text{ см}^2$  составляет 10 м/с.  
 I.  $Q = 10 \text{ л/с}$ .      II.  $Q = 5 \text{ л/с}$ .      III.  $Q = 4 \text{ л/с}$ .      IV.  $Q = 2 \text{ л/с}$ .
- При известной скорости  $V_1 = 8 \text{ м/с}$  расширяющегося потока определить его конечную скорость  $V_2$ , если диаметр меняется с  $d = 20 \text{ мм}$  до  $D = 40 \text{ мм}$ .  
 I.      II.      III.      IV.  
 $V_2 = 8 \text{ м/с}$ .       $V_2 = 1 \text{ м/с}$ .       $V_2 = 4 \text{ м/с}$ .



$$V_2 = 2 \text{ m/c.}$$

11. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство  $p_1 > p_2$ ?



12. Как зависит коэффициент потерь на трение  $\lambda$  от числа  $Re$  при ламинарном режиме течения?

I. Не зависит от числа  $Re$ .

II. Зависит не только от  $Re$ , но и от шероховатости стенок.

III.  $\lambda = \frac{64}{Re}$ .

IV.  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$ .

13. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было  $p_1 = 0,6$  МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 20 м.

I.  $p_2 = 400$  кПа.

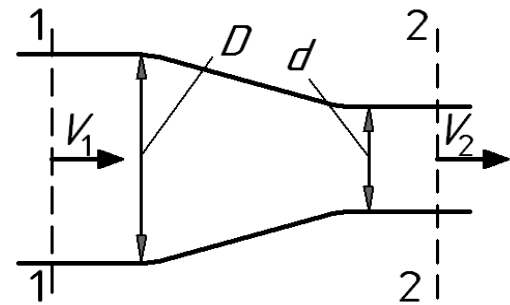
II.  $p_2 = 200$  кПа.

III.  $p_2 = 300$  кПа.

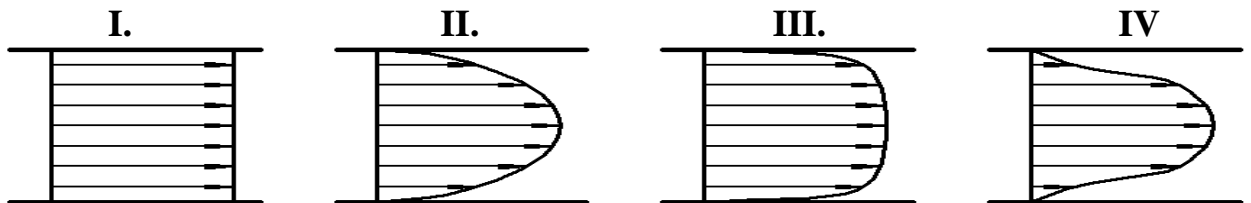
IV.  $p_2 = 100$  кПа.

14. Определить потерю напора  $h_{\text{пот}}$  в горизонтальной сужающейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно  $V_1 = 2$  м/с и  $p_1 = 0,2$  МПа, а давление в конечном сечении –  $p_2 = 70$  кПа. При решении принять  $D/d = 2$ . Течение считать турбулентным.

I.  $h_{\text{пот}} = 40$  м. II.  $h_{\text{пот}} = 30$  м. III.  $h_{\text{пот}} = 20$  м. IV.  $h_{\text{пот}} = 10$  м.



15. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует ламинарному течению жидкости в круглой трубе при охлаждении её стенок.



16. Чему равен коэффициент Дарси  $\lambda$  для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса  $Re = 10^5$ ? Считать, что труба имеет эквивалентную шероховатость 0,092 мм и диаметр 100 мм.

I.  $\lambda = 0,022$ .

II.  $\lambda = 0,0316$ .

III.  $\lambda = 0,05$ .

IV.  $\lambda = 0,011$ .

17. Укажите возможное значение коэффициента расхода  $\mu$  при истечении воды через внешний цилиндрический насадок с закругленной входной кромкой.



**I.** 0,5.

**II.** 1.

**III.** 0,8.

**IV.** 0,03.

18. Во сколько раз увеличатся потери напора при ламинарном течении жидкости в круглой трубе постоянного диаметра, если расход увеличится в 2 раза.

- I.** В 4 раза.      **II.** В 2 раза.      **III.** В 0,5 раза.      **IV.** В  $\sim 3,5$  раза.

19. Что учитывает коэффициент Кариолиса  $\alpha$ ?

- I.** Соотношение сил инерции и сил трения.      **II.** Потери энергии в местных сопротивлениях.      **III.** Потери энергии на трение по длине трубы.      **IV.** Распределение скоростей по сечению потока.

20. Чему равно абсолютное давление перед входом в трубку Вентури?

- I.** Показанию манометра.      **II.** Разности атмосферного давления и показания вакуумметра.      **III.** Сумме атмосферного давления и показания манометра.      **IV.** Показанию вакуумметра с противоположным знаком.

21. Определить потерю давления  $\Delta p$  при движении жидкости в круглой прямой трубе длиной  $l = 20$  м и диаметром  $d = 2$  см с расходом  $Q = 0,314$  л/с. Принять коэффициент Дарси  $\lambda = 0,032$ . а течение считать турбулентным.

- I.**  $\Delta p = 24$  кПа.      **II.**  $\Delta p = 8$  кПа.      **III.**  $\Delta p = 32$  кПа.      **IV.**  $\Delta p = 16$  кПа.

22. При каком условии в трубе возникает непрямой гидравлический удар?

- I.** Если трубопровод прямой.      **II.** Если время закрытия крана меньше фазы гидравлического удара.      **III.** Если трубопровод имеет повороты.      **IV.** Если время закрытия крана больше фазы гидравлического удара.

23. Как зависят потери напора от расхода при турбулентном течении в третьей области сопротивления (область автомодельности)?

- I.** Пропорциональны квадрату расхода.      **II.** Пропорциональны расходу в степени  $1,75 \div 2$ .      **III.** Пропорционально расходу.      **IV.** Пропорциональны расходу в степени 1,75.

24. Чему равен коэффициент расхода при безотрывном истечении жидкости?

- I.** Коэффициенту скорости.      **II.** Коэффициенту сжатия струи.      **III.** Единице.      **IV.** Нулю.

### Контрольные тесты (вариант В).

**ВНИМАНИЕ!** При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , а плотность жидкости  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

- Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 1 ат ( $\text{кг/см}^2$ )?
 

I.  $p = 10 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 1 \text{ МПа}$ .      III.  $p = 100 \text{ кПа}$ .      IV.  $p = 10 \text{ кПа}$ .
- Чему равняется абсолютное давление, если вакуумметр показывает 0,1 МПа?
 

I.  $p_{\text{абс}} = 0,2 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 0 \text{ МПа}$ .      III.  $p = -0,1 \text{ МПа}$ .      IV.  $p = 0,1 \text{ МПа}$ .
- Какое значение может принимать число Рейнольдса при турбулентном течении?
 

I. 5300.      II. 2.      III. 1.      IV. 2300.
- Чему равен коэффициент сжатия струи при истечении через цилиндрический насадок с большими числами Рейнольдса?
 

I.  $\varepsilon = 0,62$ .      II.  $\varepsilon = 2$ .      III.  $\varepsilon = 1$ .      IV.  $\varepsilon = 0$ .
- При какой толщине стенки трубы величина ударного давления при прямом гидравлическом ударе будет наибольшей?
 

I.  $\delta = 2 \text{ мм}$ .      II.  $\delta = 3 \text{ мм}$ .      III.  $\delta = 4 \text{ мм}$ .      IV.  $\delta = 5 \text{ мм}$ .
- Какой энергетический смысл имеет член уравнения Бернулли  $z + p / \rho \cdot g$ ?
 

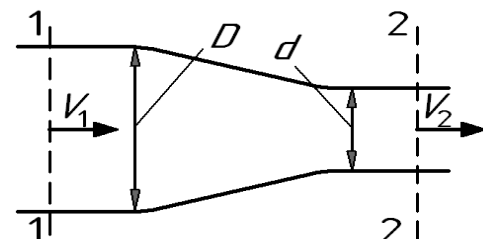
I. Удельная энергия положения.      II. Удельная энергия давления.      III. Удельная потенциальная энергия.      IV. Удельная кинетическая энергия.
- Как экспериментально определяется величина гидравлических потерь  $\Sigma h$ ?
 

I. По разности показаний трубки Пито и пьезометра.      II. По показанию пьезометра.      III. По разности показаний трубок Пито в начальном и конечном сечениях потока.      IV. По показанию трубки Пито.
- Укажите (наиболее полно) диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения не может существовать устойчивого турбулентного течения.
 

I.  $Re < 2300$ .      II.  $Re > 2300$ .      III.  $Re < 4000$ .      IV.  $Re > 4000$ .
- Определить расход жидкости  $Q$ , если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью  $5 \text{ см}^2$  составляет  $10 \text{ м/с}$ .
 

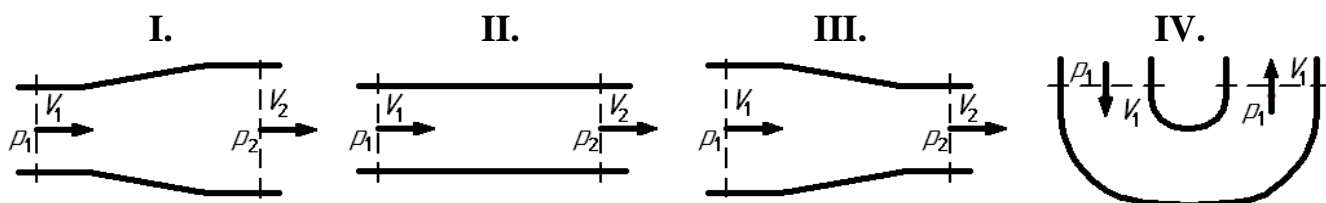
I.  $Q = 10 \text{ л/с}$ .      II.  $Q = 5 \text{ л/с}$ .      III.  $Q = 4 \text{ л/с}$ .      IV.  $Q = 2 \text{ л/с}$ .

- При известной скорости  $V_1 = 1 \text{ м/с}$  сужающегося потока определить его конечную скорость  $V_2$ , если диаметр меняется с  $D = 40 \text{ мм}$  до  $d = 20 \text{ мм}$ .



**II.**  $V_2 = 2 \text{ m/c.}$       **II.**  $V_2 = 8 \text{ m/c.}$       **III.**  $V_2 = 1 \text{ m/c.}$       **IV.**  $V_2 = 4 \text{ m/c.}$

11. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство  $V_1 < V_2$ ?



12. Как зависит коэффициент потерь на трение  $\lambda$  от числа  $Re$  при турбулентном течении в первой области сопротивления (область гидравлически гладких труб)?

I. Не зависит от числа  $Re$ .

II. Зависит не только от  $Re$ , но и от шероховатости стенок.

III.  $\lambda = \frac{64}{Re}$ .

IV.  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$ .

13. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было  $p_1 = 0,4$  МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 30 м.

I.  $p_2 = 400$  кПа.

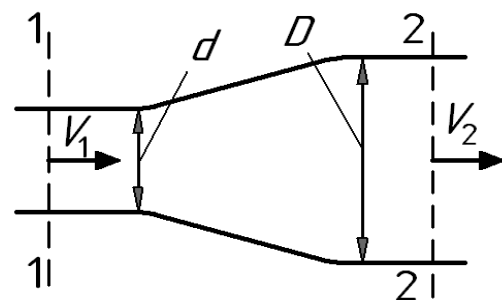
II.  $p_2 = 200$  кПа.

III.  $p_2 = 300$  кПа.

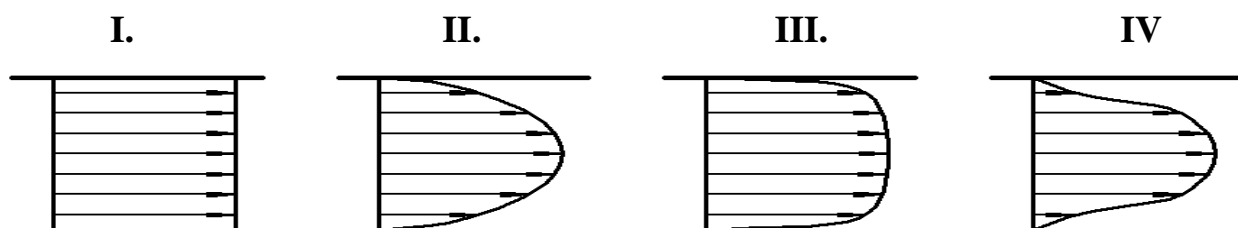
IV.  $p_2 = 100$  кПа.

14. Определить потерю напора  $h_{\text{пот}}$  в горизонтальной расширяющейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно  $V_1 = 16$  м/с и  $p_1 = 0,3$  МПа, а давление в конечном сечении –  $p_2 = 20$  кПа. При решении принять  $D/d = 2$ . Течение считать турбулентным.

I.  $h_{\text{пот}} = 40$  м. II.  $h_{\text{пот}} = 30$  м. III.  $h_{\text{пот}} = 20$  м. IV.  $h_{\text{пот}} = 10$  м.



15. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует турбулентному течению жидкости в круглой трубе.



16. Чему равен коэффициент Дарси  $\lambda$  для круглой трубы при течении жидкости с большими числами Рейнольдса  $Re \rightarrow \infty$ ? Считать, что труба имеет эквивалентную шероховатость 0,005 мм и диаметр 50 мм.

I.  $\lambda = 0,022$ .

II.  $\lambda = 0,0316$ .

III.  $\lambda = 0,05$ .

IV.  $\lambda = 0,011$ .

17. Укажите возможное значение коэффициента местного сопротивления  $\zeta$  в случае весьма существенного сужения турбулентного потока, например, при выходе трубы из бака больших размеров.

**I.** 0,5.

**II.** 1.

**III.** 0,8.

**IV.** 0,03.

18. Во сколько раз увеличатся потери напора при турбулентном течении жидкости в круглой трубе постоянного диаметра, если расход увеличится в 2 раза, а течение происходит при больших числах Рейнольдса  $Re \rightarrow \infty$ .

- I.** В 4 раза.      **II.** В 2 раза.      **III.** В 0,5 раза.      **IV.** В  $\sim 3,5$  раза.

19. Что учитывает коэффициент Дарси  $\lambda$  ?

- I.** Соотношение сил инерции и сил трения.      **II.** Потери энергии в местных сопротивлениях.      **III.** Потери энергии на трение по длине трубы.      **IV.** Распределение скоростей по сечению потока.

20. Чему равно абсолютное давление в узком сечении трубки Вентури?

- I.** Показанию манометра.      **II.** Разности атмосферного давления и показания вакуумметра.      **III.** Сумме атмосферного давления и показания манометра.      **IV.** Показанию вакуумметра с противоположным знаком.

21. Определить потерю давления  $\Delta p$  при движении жидкости в круглой прямой трубе длиной  $l = 10$  м и диаметром  $d = 2$  см с расходом  $Q = 0,314$  л/с. Принять вязкость жидкости  $\nu = 0,1$  Ст, а течение считать ламинарным.

- I.**  $\Delta p = 24$  кПа.      **II.**  $\Delta p = 8$  кПа.      **III.**  $\Delta p = 32$  кПа.      **IV.**  $\Delta p = 16$  кПа.

22. При каком условии в трубе возникает прямой гидравлический удар?

- I.** Если время закрытия крана меньше фазы гидравлического удара.      **II.** Если трубопровод прямой линейный.      **III.** Если время закрытия крана больше фазы гидравлического удара.      **IV.** Если трубопровод имеет повороты.

23. Как зависят потери напора от расхода при ламинарном течении?

- I.** Пропорциональны квадрату расхода.      **II.** Пропорциональны расходу в степени  $1,75 \div 2$ .      **III.** Пропорционально расходу.      **IV.** Пропорциональны расходу в степени 1,75.

24. Чему равен коэффициент расхода при истечении идеальной жидкости?

- I.** Коэффициенту сжатия струи.      **II.** Коэффициенту скорости.      **III.** Нулю.      **IV.** Единице.

### Контрольные тесты (вариант Г).

**ВНИМАНИЕ!** При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , а плотность жидкости  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

- Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 0,1 ат ( $\text{кг/см}^2$ )?
 

I.  $p = 10 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 1 \text{ МПа}$ .      III.  $p = 100 \text{ кПа}$ .      IV.  $p = 10 \text{ кПа}$ .
- Чему равняется избыточное давление, если вакуумметр показывает 0,1 МПа?
 

I.  $p_{\text{абс}} = 0,2 \text{ МПа}$ .      II.  $p = 0 \text{ МПа}$ .      III.  $p = -0,1 \text{ МПа}$ .      IV.  $p = 0,1 \text{ МПа}$ .
- Какое значение может принимать коэффициент Кариолиса при турбулентном течении?
 

I. 5300.      II. 2.      III. 1.      IV. 2300.
- Чему равен коэффициент сжатия струи при безотрывном истечении через цилиндрический насадок?
 

I.  $\varepsilon = 0$ .      II.  $\varepsilon = 1$ .      III.  $\varepsilon = 2$ .      IV.  $\varepsilon = 0,62$ .
- В каком трубопроводе величина ударного давления при прямом гидравлическом ударе будет наибольшей?
 

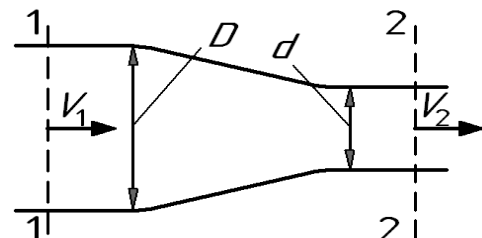
I. Стальной.      II. Дюралевой.      III. Резиновой.      IV. Полихлорвиниловой.
- Какой энергетический смысл имеет член уравнения Бернулли  $V^2/2 \cdot g$ ?
 

I. Удельная энергия положения.      II. Удельная энергия давления.      III. Удельная потенциальная энергия.      IV. Удельная кинетическая энергия.
- Как экспериментально определяется величина пьезометрического напора?
 

I. По разности показаний трубки Пито и пьезометра.      II. По показанию пьезометра.      III. По разности показаний трубок Пито в начальном и конечном сечениях потока.      IV. По показанию трубки Пито.
- Укажите диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения существует устойчивое турбулентное течение.
 

I.  $Re < 2300$ .      II.  $Re > 2300$ .      III.  $Re < 4000$ .      IV.  $Re > 4000$ .
- Определить расход жидкости  $Q$ , если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью  $20 \text{ см}^2$  составляет  $5 \text{ м/с}$ .
 

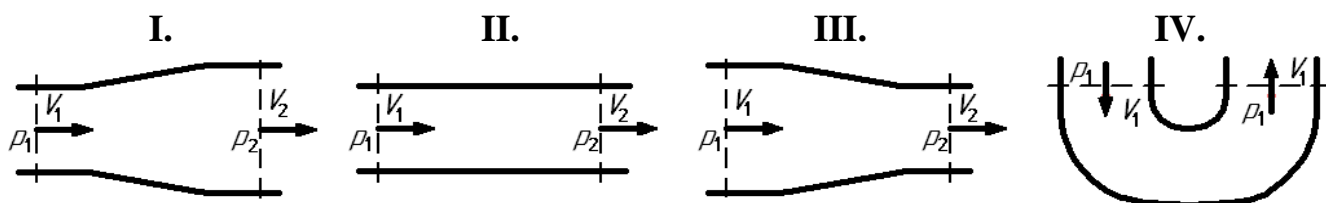
I.  $Q = 10 \text{ л/с}$ .      II.  $Q = 5 \text{ л/с}$ .      III.  $Q = 4 \text{ л/с}$ .      IV.  $Q = 2 \text{ л/с}$ .
- При начальной скорости  $V_1 = 2 \text{ м/с}$  сужающегося потока определить его конечную скорость  $V_2$ , если диаметр меняется с  $D = 40 \text{ мм}$  до  $d = 20 \text{ мм}$ .





**II.**  $V_2 = 2 \text{ m/c.}$       **II.**  $V_2 = 8 \text{ m/c.}$       **III.**  $V_2 = 1 \text{ m/c.}$       **IV.**  $V_2 = 4 \text{ m/c.}$

11. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство  $p_1 < p_2$ ?



12. Как зависит коэффициент потерь на трение  $\lambda$  от числа  $Re$  при турбулентном режиме течения во второй области сопротивления?

I. Не зависит от числа  $Re$ .

II. Зависит не только от  $Re$ , но и от шероховатости стенок.

III.  $\lambda = \frac{64}{Re}$ .

IV.  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$ .

13. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было  $p_1 = 0,6$  МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 40 м.

I.  $p_2 = 400$  кПа.

II.  $p_2 = 200$  кПа.

III.  $p_2 = 300$  кПа.

IV.  $p_2 = 100$  кПа.

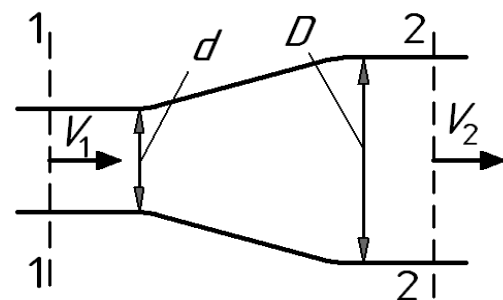
14. Определить потерю напора  $h_{\text{пот}}$  в горизонтальной расширяющейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно  $V_1 = 8$  м/с и  $p_1 = 0,3$  МПа, а давление в конечном сечении –  $p_2 = 30$  кПа. При решении принять  $D/d = 2$ . Течение считать турбулентным.

I.  $h_{\text{пот}} = 40$  м.

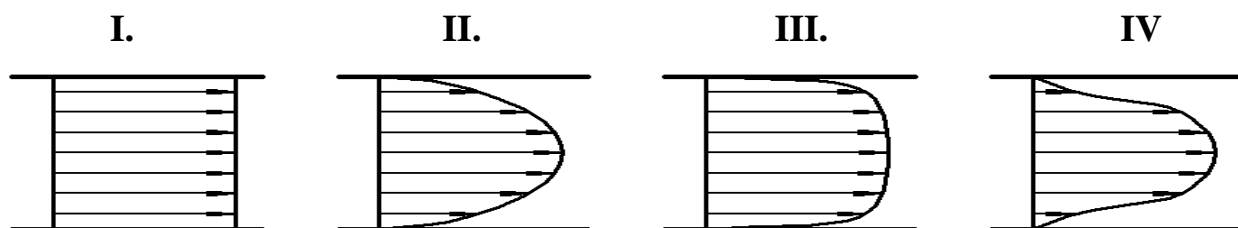
II.  $h_{\text{пот}} = 30$  м.

III.  $h_{\text{пот}} = 20$  м.

IV.  $h_{\text{пот}} = 10$  м.



15. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует течению идеальной жидкости в круглой трубе.



16. Чему равен коэффициент Дарси  $\lambda$  для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса  $Re = 1280$ .

I.  $\lambda = 0,022$ .

II.  $\lambda = 0,0316$ .

III.  $\lambda = 0,05$ .

IV.  $\lambda = 0,011$ .

17. Укажите возможное численное значение коэффициента местного сопротивления  $\zeta$  в случае весьма существенного расширения турбулентного потока, например, при подводе жидкости к баку больших размеров.

**I.** 0,5.

**II.** 1.

**III.** 0,8.

**IV.** 0,03.

18. Во сколько раз увеличатся потери при турбулентном течении жидкости, если расход увеличится в 2 раза, а трубу можно считать гидравлически гладкой.

- I.** В 4 раза.      **II.** В 2 раза.      **III.** В 0,5 раза.      **IV.** В ~3,5 раза.

19. Что учитывает число Рейнольдса  $Re$ ?

- I.** Соотношение сил инерции и сил трения.      **II.** Потери энергии в местных сопротивлениях.      **III.** Потери энергии на трение по длине трубы.      **IV.** Распределение скоростей по сечению потока.

20. Чему равно избыточное давление в узком сечении трубки Вентури?

- I.** Показанию манометра.      **II.** Разности атмосферного давления и показания вакуумметра.      **III.** Сумме атмосферного давления и показания манометра.      **IV.** Показанию вакуумметра с противоположным знаком.

21. Определить потерю давления  $\Delta p$  при движении жидкости с расходом  $Q = 0,314$  л/с через местное сопротивление, установленное в трубе диаметром  $d = 2$  см. Принять коэффициент местного сопротивления  $\zeta = 48$ .

- I.**  $\Delta p = 24$  кПа.      **II.**  $\Delta p = 8$  кПа.      **III.**  $\Delta p = 32$  кПа.      **IV.**  $\Delta p = 16$  кПа.

22. При каком условии в трубе возникает непрямой гидравлический удар?

- I.** Если время закрытия крана меньше фазы гидравлического удара.      **II.** Если трубопровод прямой.      **III.** Если время закрытия крана больше фазы гидравлического удара.      **IV.** Если трубопровод имеет повороты.

23. Как зависят потери напора от расхода при турбулентном течении во второй области сопротивления (область гидравлически гладких труб)?

- I.** Пропорциональны квадрату расхода.      **II.** Пропорциональны расходу в степени  $1,75 \div 2$ .      **III.** Пропорционально расходу.      **IV.** Пропорциональны расходу в степени 1,75.

24. Чему равен коэффициент расхода при безотрывном истечении жидкости?

- I.** Коэффициенту сжатия струи.      **II.** Коэффициенту скорости.      **III.** Нулю.      **IV.** Единице.

**Ответы на тесты**

<b>№</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
<b>1</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>2</b>	<b>IV</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>3</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>I</b>	<b>III</b>
<b>4</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>5</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>I</b>
<b>6</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>7</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>
<b>8</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>9</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>
<b>10</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>
<b>11</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>I</b>
<b>12</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>
<b>13</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>
<b>14</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>15</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>I</b>
<b>16</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>
<b>17</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>18</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>
<b>19</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>I</b>
<b>20</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>
<b>21</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>I</b>
<b>22</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>
<b>23</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>24</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский политехнический университет  
Специальность:  
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»  
Специализация «Автомобили и тракторы»  
Профиль «Динамика и прочность транспортно-технологических систем»

**Кафедра: Промышленная теплоэнергетика**

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Гидравлика и гидропневмопривод**

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Перечень оценочных средств**

**Составители: Лепешкин А.В., Михайлин А.А.**

Москва, 2019 год

Паспорт ФОС  
по дисциплине " **Гидравлика и гидропневмопривод** "

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-4	<b>Знать:</b> основные законы и эмпирические зависимости гидромеханики, а также методику исследования потоков жидкости и газа	Гидростатика. Основные законы кинематики и динамики жидкости. Гидравлические сопротивления.	ТЕК, ПА	Тест, 3	Устно, П, КТ	Тест,
	<b>Уметь:</b> применять в практической деятельности законы, эмпирические зависимости и методы изучения механики жидкости и газа	Гидравлический расчет простых трубопроводов и их соединений. Расчет параметров, характеризующих работу гидравлических устройств.	ТЕК, ПА	Защита РГР, 3	Устно	РГР, Тест
	<b>Владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и газов	Теоретические и эмпирические зависимости, методы измерений. Графоаналитический метод расчета сложного трубопровода с насосной подачей.	ТЕК	Тест, Защита л.р., Защита РГР	Устно, П	Тест, Журнал л.р., РГР.
ПК-4	<b>Знать:</b> основные параметры и критерии, обеспечивающие достижение определенных целей при производстве, модернизации и ремонте гидравлических и пневматиче-	Основные сведения о гидро- и пневмосистемах. Гидравлические машины. Другие элементы гидравлических и пневматических систем.	ПА	3	Устно	Тест

	ских устройств					
	<b>Уметь:</b> проводить расчеты элементов гидравлических и пневматических устройств с целью достижения поставленных целей	Гидравлический расчет простых трубопроводов и их соединений. Расчет параметров, характеризующих работу гидравлических устройств.	ТЕК, ПА	Защита РГР, З	Устно	РГР, Тест
	<b>Владеть:</b> методами, применяемыми в механике жидкости и газа для определения параметров и критериев, характеризующих работу гидравлических и пневматических устройств	Теоретические и эмпирические зависимости, методы измерений. Графоаналитический метод расчета сложного трубопровода с насосной подачей .	ТЕК, ПА	Тест, Защита л.р., Защита РГР, З	Устно, П	Тест, Журнал л.р., РГР,
ПСК-1.2	<b>Знать:</b> основные законы движения жидкостей и газов, позволяющие использовать их при исследовании по поиску и проверке новых идей	Гидростатика. Основные законы кинематики и динамики жидкости. Гидравлические сопротивления	ПА	З	Устно	Тест
	<b>Уметь:</b> решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные технологии гидромеханики	Гидравлический расчет простых трубопроводов и их соединений. Расчет параметров, характеризующих работу гидравлических устройств.	ТЕК, ПА	Защита РГР, З	Устно	РГР, Тест
	<b>Владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа по поиску и про-	Теоретические и эмпирические зависимости, методы измерений. Графоаналитический метод расчета сложного трубопровода	ТЕК, ПА	Тест, Защита л.р., Защита РГР, З	Устно, П	Тест, Журнал л.р., РГР,



	верке новых идей	с насосной подачей..				
--	------------------	----------------------	--	--	--	--

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизованных знаний, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы Шкала оценивания и процедура применения
3	Журнал лабораторных работ	Средство проверки навыков выполнения конкретных приёмов работы на учебно-лабораторном, исследовательском оборудовании, контрольно-измерительном оснащении, тренажёрах, симуляторах, компьютерах.	Темы лабораторных работ. Образец журнала л.р. Шкала оценивания и процедуры применения

Шкалы оценивания результатов освоения компетенций обучающимися и используемые при этом критерии и показатели представлены в разделах 6.1.2 и 6.1.3 рабочей программы.