



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
А.В. Троицкий

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**
КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ГИДРАВЛИКА»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023


Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Токарчук О.Ю. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Гидравлика» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Гидравлика» является: формирование у студентов знаний законов равновесия и движения жидких и газообразных тел, приобретение студентами умений и навыков использования этих законов для решения технических задач, связанных с профессиональной деятельностью.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

ОПК-3 Способность внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

Основными **задачами** дисциплины являются формирование у студентов знаний:

- основных законов механики жидких и газообразных сред, моделей течения жидкости и газа;
- о теории подобия и равномерности в процессах движения жидкости и газа и основах моделирования гидромеханических явлений;
- о гидравлических системах, машинах и гидроаппаратуре;
- об экологических задачах в потоках жидкости и газа;
- научить студентов умению использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов для расчета на ЭВМ, проводить гидромеханические расчеты при проектировании гидропривода.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- предусматривает меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности;
- выбирает технические средства контроля и реализации производственной и экономической безопасности на рабочих местах;
- применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации технических систем.

Необходимые умения:

- владеет основными методами организации безопасности жизнедеятельности людей, их защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
- умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования.

Необходимые знания:

- знает нормативные документы в сфере производственной и экологической безопасности и методы контроля их соблюдения.
- знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Математический анализ», «Физика», «Химия» и частично изученных компетенциях УК-1,2; ОПК-1,3,8; ПК-1.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Гидравлика» являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Проектирование технологической оснастки», «Технология машиностроения», «Оборудование машиностроительных производств», прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной (заочной) формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6
Общая трудоемкость	108		108	108	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	48		48		
Лекции (Л)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практическая подготовка	-		-		
Самостоятельная работа	60		60		
Курсовые работы (проекты)	-		-		
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Текущий контроль знаний	Тест		+		
Вид итогового контроля	Зачет		Зачет		
ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	16			16	
Лекции (Л)	4			4	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практическая подготовка	-			-	
Самостоятельная работа	96			96	
Курсовые работы (проекты)	-			-	
Расчетно-графические работы	-			-	
Контрольная работа	+			+	
Текущий контроль знаний	Тест			+	
Вид итогового контроля	Зачет			Зачет	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час, очное / заоч.	Практ. занятия, час, очное / заоч.	Занятия в интеракт. форме, час очное / заоч.	Практическая подготовка, час, очное / заоч.	Код компе- тенций
Тема. 1. Основные разделы. Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема 2. Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема 3. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема 4. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема 5. Турбулентность и ее основные статистические характеристики. Конечноразностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема 6. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ. Одномерные потоки жидкостей и газов.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема. 7. Гидравлические системы (сложные и простые трубопроводы, отверстия и насадки). Гидравлические машины (насосы и гидродвигатели).	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Тема. 8. Гидроаппаратура (дроссели, регуляторы расхода, напорные и редуцирующие клапаны, делители потока). Основы расчета гидропривода.	2/0,5	4/1	0,5/0,5	-	ОПК-1, ОПК-3
Итого:	16/4	32/8	4/4	-/-	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Основные разделы. Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов.

Определение и исторический очерк развития гидравлики. Примеры практического приложения гидравлики. Жидкость и ее свойства. Гидродинамические процессы. Общие сведения по гидравлике. Понятие об «идеальной» жидкости. Физические свойства жидкостей. Вязкость. Поверхностное натяжение.

Тема 2. Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.

Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное, манометрическое и вакуумметрическое давление. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой жидкости. Основное уравнение гидростатики для сжимаемой жидкости. Изотермическая и неизотермическая атмосфера.

Основные понятия кинематики жидкости. Уравнение неразрывности. Виды движения жидкости. Интегральная формула количества движения. Дифференциальное уравнение движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера). Общее уравнение энергии в интегральной форме (Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости). Три формы представления уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. Особенности турбулентного и ламинарного течения жидкости. Число Рейнольдса. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой сжимаемой жидкости.

Тема 3. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.

Уравнение Бернулли для элементарной струи идеальной жидкости.

Метод обобщенных переменных (основы теории подобия). Преобразование дифференциальных уравнений методами теории подобия.

Тема 4. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах.

Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение центробежных насосов. Рабочая формула напора. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть, рабочая точка. Формулы пропорциональности. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительные характеристики.

Общее критериальное уравнение гидродинамического подобия. Частные случаи.

Тема. 5. Турбулентность и ее основные статистические характеристики. Конечноразностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.

Сопротивление по длине при движении в цилиндрической трубе при ламинарном течении. Турбулентное движение в гидравлически гладких и шероховатых трубах. Движение жидкости в трубах некруглого сечения.

Основные законы гидродинамики – уравнения расхода, непрерывности потока, уравнения переноса количества движения (Навье-Стокса) и Рейнольдса. Конечно-разностная форма уравнения Навье-Стокса.

Тема 6. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ. Одномерные потоки жидкостей и газов.

Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Потери напора по длине потоков. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ.

Тема 7. Гидравлические системы (сложные и простые трубопроводы, отверстия и насадки). Гидравлические машины (насосы и гидродвигатели).

Гидравлические системы: общие сведения, контуры и компоненты. Истечение жидкости через малые отверстия и насадки. Элементы гидравлических систем: насосы и моторы, гидроцилиндры, клапаны, компоненты контура (емкости, фильтры), уплотнения. Аксиально-поршневой гидромотор. Центробежные, шестеренные и пластинчатые насосы. Гидродвигатели: типы, характеристики, достоинства и недостатки различных конструкций.

Тема 8. Гидроаппаратура (дрессели, регуляторы расхода, напорные и редуцирующие клапаны, делители потока). Основы расчета гидропривода.

Дрессельное регулирование скорости выходного звена гидропривода. Конструкции и нагрузочные характеристики дресселя и регулятора расхода. Объемные делители потока. Последовательность проектирования и расчета гидропривода.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

5.1.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Гидравлика и гидропривод».

5.2.Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидравлика и гидропривод».

5.3.Практикум по дисциплине «Гидравлика и гидропривод».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гидравлика» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Лепешкин А.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 446 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-011954-0. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045211>
- Режим доступа: по подписке.
2. Сазанов И.И. Гидравлика: учебник / И.И. Сазанов, А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. – 320 с. (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-906818-77-5. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1015048>
- Режим доступа: по подписке.
3. Ухин Б.В. Гидравлика: учебник / Б.В. Ухин, А.А. Гусев. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 432 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-005536-7. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1112959>
- Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Малый В.П. Гидравлика. Гидродинамика: руководство к решению задач: учебное пособие / В. П. Малый. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2021. – 223 с. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1354570>
- Режим доступа: по подписке.
2. Сидоренко В.С. Гидромеханические системы стационарных и мобильных технологических машин: учеб. пособие / В.С. Сидоренко, М.С. Полешкин, В.И. Антоненко. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 281 с. (Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5caaef22362082.95120074. – ISBN 978-5-16-014879-3. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009560>
- Режим доступа: по подписке.
3. Филин В.М. Гидравлика, пневматика и термодинамика: курс лекций / под общ. ред. В.М. Филина. – М: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. – 318 с. – ISBN 978-5-8199-0780-1. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045819>
- Режим доступа: по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
2. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru>
3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://www.elibrary.ru>
6. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) <http://www.rucont.ru/>
7. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
8. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
9. Электронно-библиотечная система Znanium <http://znanium.ru>
10. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» <http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MSoftware, RAMUS.*

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
3. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Гидравлика».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия

Аудитория оснащена:

- презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций /слайдов по дисциплине «Гидравлика».

Практические занятия.

Аудитория оснащена:

- презентационной техникой (проектор, экран); доской для интерактивного обучения;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

«ГИДРАВЛИКА»

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1.	ОПК-1	способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Темы 1 – 8	предусматривает меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности; выбирает технические средства контроля и реализации производственной и экономической безопасности на рабочих местах.	владеет основными методами организации безопасности жизнедеятельности людей, их защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.	знает нормативные документы в сфере производственной и экологической безопасности и методы контроля их соблюдения.
2.	ОПК-3	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.	Темы 1 – 8	применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации и технических систем.	умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования.	знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ОПК-1, ОПК-3	Тест	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов;</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов;</i> <i>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – от 51% правильных ответов;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – менее 50% правильных ответов</i></p>	<p><i>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру – 30 минут. Неявка – 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно – от 51 % правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>
ОПК-1, ОПК-3	Выполнение контрольной работы	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне – 5 баллов;</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</i> <i>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов.</i></p>	<p><i>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации по выполнению контрольной работы</i></p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные задания

Домашнее контрольное задание выполняется по Методическим указаниям для обучающихся по выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидравлика и гидропривод».

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом).

1. Что такое жидкость?

- а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;
- б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
- в) физическое вещество, способное изменять свой объем;
- г) физическое вещество, способное течь.

2. Что такое гидромеханика?

- а) наука о движении жидкости;
- б) наука о равновесии жидкостей;
- в) наука о взаимодействии жидкостей;
- г) наука о равновесии и движении жидкостей.

3. Какая из этих жидкостей не является капельной?

- а) ртуть;
- б) керосин;
- в) нефть;
- г) азот.

4. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород.

5. Реальной жидкостью называется жидкость

- а) не существующая в природе;
- б) находящаяся при реальных условиях;
- в) в которой присутствует внутреннее трение;
- г) способная быстро испаряться.

6. Идеальной жидкостью называется

- а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) жидкость, подходящая для применения;
- в) жидкость, способная сжиматься;
- г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

7. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

- а) силы инерции и поверхностного натяжения;
- б) внутренние и поверхностные;
- в) массовые и поверхностные;
- г) силы тяжести и давления.

8. Какие силы называются поверхностными?

- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
- б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
- в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
- г) вызванные воздействием атмосферного давления.

9. При увеличении температуры удельный вес жидкости

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- г) сначала увеличивается, а затем уменьшается;
- в) не изменяется.

10. Вязкость жидкости не характеризуется

- а) кинематическим коэффициентом вязкости;
- б) динамическим коэффициентом вязкости;
- в) градусами Энглера;
- г) статическим коэффициентом вязкости.

11. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а) ν ;
- б) μ ;
- в) η ;
- г) τ .

12. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а) ν ;
- б) μ ;
- в) η ;
- г) τ .

13. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

14. Вязкость газа при увеличении температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

15. Критическое значение числа Рейнольдса равно

- а) 2300;
- б) 3200;
- в) 4000;
- г) 4600.

16. При $Re > 4000$ режим движения жидкости

- а) ламинарный;
- б) переходный;
- в) турбулентный;
- г) кавитационный.

17. При $Re < 2300$ режим движения жидкости

- а) кавитационный;
- б) турбулентный;
- в) переходный;
- г) ламинарный.

18. Кавитация – это

- а) воздействие давления жидкости на стенки трубопровода;
- б) движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием;
- в) местное изменение гидравлического сопротивления;
- г) изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления.

19. Ламинарный режим движения жидкости – это

- а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;
- б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;
- в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;
- г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

20. Турбулентный режим движения жидкости это

- а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (двигутся послойно);
- б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;
- в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;
- г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.

21. Где скорость движения жидкости максимальна при ламинарном режиме?

- а) у стенок трубопровода;
- б) в центре трубопровода;
- в) может быть максимальна в любом месте;
- г) в начале трубопровода.

22. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

- а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;
- б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;
- в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
- г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

23. Режим движения жидкости в трубопроводе - это процесс

- а) обратимый;
- б) необратимый;
- в) обратим при постоянном давлении;
- г) необратим при изменяющейся скорости.

24. Гидравлическое сопротивление – это

- а) сопротивление жидкости к изменению формы своего русла;
- б) сопротивление, препятствующее свободному прохождению жидкости;
- в) сопротивление трубопровода, которое сопровождается потерями энергии жидкости;
- г) сопротивление, при котором падает скорость движения жидкости по трубопроводу.

25. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема, называется

- а) основным уравнением гидростатики;
- б) основным уравнением гидродинамики;
- в) основным уравнением гидромеханики;
- г) основным уравнением гидродинамической теории.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Гидравлика» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ОПК-1, ОПК-3	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 65%. Отлично – от 85%.
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ОПК-1, ОПК-3	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 65%. Отлично – от 85%.
В соответствии с графиком учебного процесса	зачет	ОПК-1, ОПК-3	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемого предмета;

						ответ на вопросы билета. «Не зачтено»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	--

4.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Предмет «Гидравлика». Краткая история развития гидравлики и гидропривода металлообрабатывающего оборудования и оснастки.
2. Роль русских ученых в развитии науки гидравлики.
3. Методы исследований, используемые в гидравлике.
4. Основные физические свойства жидкостей: плотность, удельный вес, вязкость.
5. Основные физические свойства жидкостей: сжимаемость, температурное расширение.
6. Силы, действующие в жидкостях. Гидростатическое давление и его свойства.
7. Дифференциальные уравнения гидростатики и их интегрирование.
8. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести.
9. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
10. Поверхности равных давлений. Основное уравнение гидростатики.
11. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике.
12. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
13. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор.
14. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.
15. Сила гидростатического давления на плоские поверхности.
16. Сила гидростатического давления на криволинейные поверхности.
17. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости на плоские поверхности.
18. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости криволинейные поверхности.
19. Эпюры гидростатического давления.
20. Закон Архимеда.
21. Практическое применение законов гидравлики.
22. Виды потоков жидкости.

23. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
24. Линия тока, элементарная струйка, поток.
25. Основные характеристики потока: расход жидкости, живое сечение, средняя скорость.
26. Уравнение неразрывности потока.
27. Плавно и резко изменяющиеся потоки.
28. Гидравлический радиус.
29. Дифференциальные уравнения движения жидкости.
30. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его интерпретация.
31. Особенности движения реальных жидкостей.
32. Распределение давления в живых сечениях потока при установившемся плавно изменяющемся движении.
33. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении.
34. Ограничения использования уравнения Бернулли.
35. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
36. Работа приборов и аппаратов пожаротушения, основанная на уравнении Бернулли.
37. Принцип действия струйных насосов.
38. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
39. Виды потерь напора.
40. Метод теории размерностей и его приложение к выводу общих формул для определения потерь напора.
41. Вывод общих формул для определения потерь напора.
42. Линейные потери в трубах.
43. Местные потери напора. Определение коэффициента местных сопротивлений для наиболее типичных местных сопротивлений.
44. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы.
45. Истечение жидкости через малые круглые отверстия в тонкой стенке.
46. Вывод формул скорости и расхода струи.
47. Истечение жидкости из насадков.
48. Неустановившееся движение жидкости.
49. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения жидкости
50. Гидравлический удар. Виды гидравлического удара.
51. Способы снижения давления при гидравлическом ударе.
52. Расчетные формулы для определения повышения давления при гидравлическом ударе.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

«ГИДРАВЛИКА»

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является: формирование у студентов знаний законов равновесия и движения жидких и газообразных тел, приобретение студентами умений и навыков использования этих законов для решения технических задач, связанных с профессиональной деятельностью.

Основными **задачами** дисциплины являются формирование у студентов знаний:

- основных законов механики жидких и газообразных сред, моделей течения жидкости и газа;
- о теории подобия и равномерности в процессах движения жидкости и газа и основах моделирования гидромеханических явлений;
- о гидравлических системах, машинах и гидроаппаратуре;
- об экологических задачах в потоках жидкости и газа;
- научить студентов умению использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов для расчета на ЭВМ, проводить гидромеханические расчеты при проектировании гидропривода.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Основные разделы. Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов. Решение задач на физические свойства жидкости: плотность, сжимаемость, температурное расширение, вязкость.**

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: **Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Основные понятия кинематики жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Особенности турбулентного и ламинарного течения жидкости. Число Рейнольдса.**

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: **Модель идеальной (невязкой) жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Уравнение Бернулли для элементарной струи идеальной жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.**

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: *Модель идеальной (невязкой) Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах. Метод обобщенных переменных (основы теории подобия). Преобразование дифференциальных уравнений методами теории подобия. Сопротивление по длине при движении в цилиндрической трубе при ламинарном течении.*

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: *Турбулентность и ее основные статистические характеристики. Основные законы гидродинамики – уравнения расхода, непрерывности потока, уравнения переноса количества движения (Навье-Стокса) и Рейнольдса. Конечноразностная форма уравнения Навье-Стокса.*

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: *Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ. Одномерные потоки жидкостей и газов. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Потери напора по длине потоков.*

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 7.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: *Гидравлические системы (сложные и простые трубопроводы, отверстия и насадки). Гидравлические машины (насосы и гидродвигатели). Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД.*

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 8.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: *Гидроаппаратура (дроссели, регуляторы расхода, напорные и редукционные клапаны, делители потока). Основы расчета гидропривода. Регулирование скорости исполнительных звеньев двигателей гидроприводов. Дроссельный и объемный делитель потока для поддержания заданного соотношения расходов рабочей жидкости в двух потоках, независимо от давлений на входе и на выходе из делителя потока. Основные конструктивные расчеты и подбор элементов гидроаппаратуры для проектируемого гидропривода.*

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума.

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы: подготовить бакалавров к самостоятельному научному творчеству.

Задачи самостоятельной работы: закрепить способность обучающихся в самостоятельном изучении научной литературы, умении уяснить сущность изучаемого вопроса, формулировать выводы; систематизировать знания в области анализа и моделирования; овладеть навыками подготовки докладов и электронных презентаций.

Объем времени на самостоятельную работу, и виды самостоятельной работы представлены в таблице П2.1.

Таблица П 2.1

Объем времени и виды самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Очная форма обучения/ заочная форма обучения
	Всего академических часов
Всего часов на самостоятельную работу	60/96
Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	15/24
Подготовка к практическим занятиям	15/24
Подготовка докладов	15/24
Выполнение контрольных заданий	15/24

Таблица П2.1

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	2	3
1.	Темы 1 – 8	Самостоятельное изучение тем, подготовка докладов создание презентаций. Примерная тематика докладов и презентаций: 1. Связь между эйлеровым и лагранжевым способами задания движения. 2. Тожественность тензоров деформации при Эйлеровом и Лагранжевом методе задания движения в случае малых деформаций. 3. Силы, действующие в жидкостях; напряжения поверхностных сил. Напряженное состояние. 4. Нормальные и касательные напряжения, их совокупность, выражаемая тензором. 5. Гидростатический закон давления. Равновесие атмосферы, распределение давления по высоте. 6. Плавание тел в жидкости (газе). 7. Устойчивость равновесия в условиях теплообмена. 8. Основные уравнения гидрогазодинамики.

Продолжение таблицы П2.1

1	2	3
		<p>9. Уравнение энергии для струйки несжимаемой и сжимаемой жидкости.</p> <p>10. Уравнения движения идеальной жидкости и газа.</p> <p>11. Ограничения на скорости движения жидкостей.</p> <p>12. Уравнение Бернулли для относительного движения.</p> <p>13. Бароклинная жидкость (примеры возникновения вихрей).</p> <p>14. Слоистые движения вязкой жидкости (течения в каналах, трубах).</p> <p>15. Уравнение Бернулли для трубки тока конечных размеров для простых течений.</p> <p>16. Основные законы моделирования. Математические модели и использование ЭВМ.</p> <p>17. Частные законы гидродинамического подобия.</p> <p>18. Определение коэффициентов Кориолиса и Буссинеска.</p> <p>19. Определение местных и путевых потерь.</p> <p>20. Моделирование движения жидкости в напорных трубопроводах, гидропневмосистемах и гидромашинах.</p>

5. Указания по проведению контрольных работ

5.1. Требования к структуре.

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части).

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2-4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов. Необходима иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

При решении задач необходимо сформулировать законы и правила, на которые опирается данное решение. По ходу решения следует давать необходимые пояснения.

Условие задачи и их решение должны сопровождаться соответствующими схемами и рисунками. При выполнении численных расчетов следует особо обращать внимание на размерность величин. Необходимые справочные материалы можно найти в приложении к данной работе, а также в рекомендуемой литературе.

4. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

5. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

6. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению.

Объем контрольной работы – 10-12 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman).

Если контрольные работы не содержат ошибок принципиального характера, их оставляют на кафедре. В противном случае студент должен переделать заново неправильно решенные задачи в соответствии с указанными рецензентом замечаниями и направить преподавателю (в деканат, на кафедру или лично) вместе с первоначальным текстом работы. Не разрешается исправлять ошибки в первоначальном тексте, проверенном рецензентом. Правильно выполненные контрольные работы засчитываются после собеседования по ним с преподавателем кафедры.

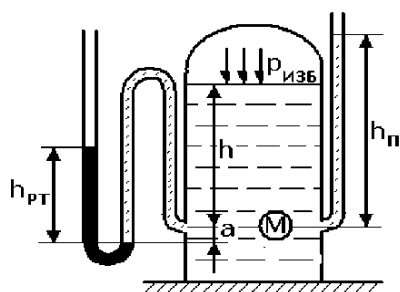
Вариант контрольного задания выбирается по последней цифре в списке электронного журнала успеваемости (очное и заочное отделение).

5.4. Типовое задание на выполнение контрольной работы (задачи 1-4).

Задача № 1

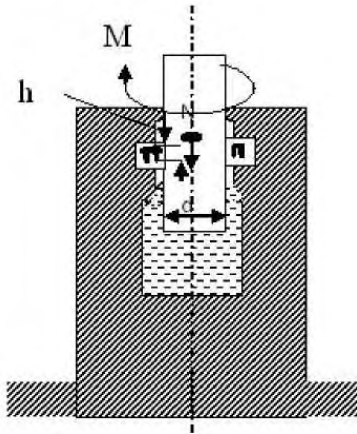
На свободную поверхность закрытого резервуара, наполненного нефтью, действует давление $P_{изб}$. На глубине h от свободной поверхности жидкости к резервуару присоединены: пружинный манометр M , пьезометр и U-образный ртутный манометр.

Определить показания приборов.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_{изб}$, бар	1,0	1,5	2,0	2,4	2,8	2,6	2,2	1,8	1,4	1,2
h , м	6,0	5,0	4,0	2,0	1,0	1,5	1,8	3,0	2,5	4,5
a , м	0,10	0,05	0,04	0,1	0,05	0,06	0,12	0,1	0,08	0,06

Задача № 2

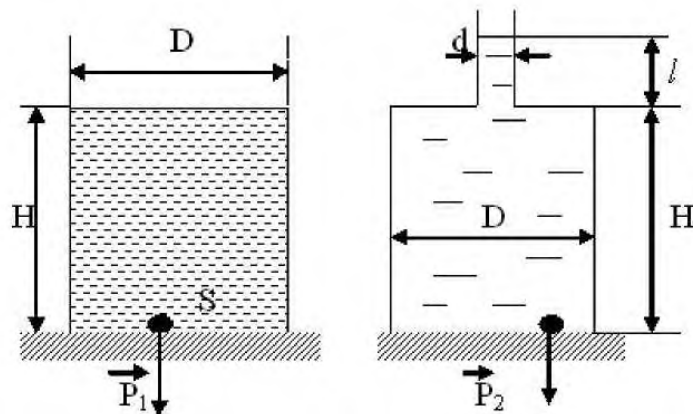


Вертикальный вал, опирающийся на гидравлический подпятник, придает полезный момент M . Осевая сила вала P , диаметр его пяты d .

Определить момент на валу $M_{кр}$, если высота гидравлической манжеты $h = 1,2d$ и коэффициент трения кожи о вал $f = 0,2$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$M, Н \times м$	7600	25000	3000	20000	15000	1750	4500	6720	9700	10000
$P, Н$	4000	10000	400	5000	8000	700	250	470	5000	6000
$d, мм$	150	300	100	250	180	100	100	150	200	200

Задача № 3



Стальная бочка диаметром D и высотой H заполнена водой.

Определить:

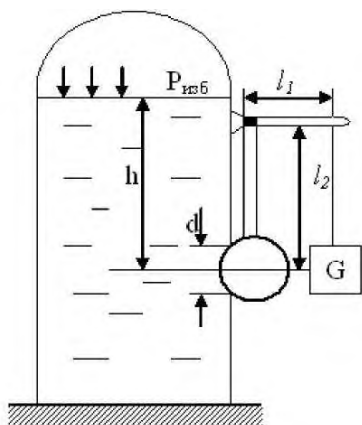
а) силу избыточного давления P_1 на дно бочки и силу G_1 передаваемую на пол, если масса пустой бочки равна m ;

б) силу избыточного давления P_2 на дно бочки, если в крышке просверлить отверстие и к нему приварить вертикальную трубу диаметром d и длиной l , которую заполнить водой;

в) силу G_2 , передаваемую на пол пренебрегая весом трубки.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D, м$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,95	0,85	0,75	0,65
$H, м$	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,45	1,35	1,24	1,15
$m, кг$	35	40	45	50	60	70	65	60	55	50
$d, мм$	20	22	24	26	28	30	28	26	24	22
$l, м$	15	17	20	22	25	28	26	24	22	20

Задача № 4



Шаровой клапан закрывает круглое отверстие диаметром d в вертикальной стенке, расположенной на глубине от поверхности дихлорэтана.

Определить минимальный вес груза G , уравнивающего давление жидкости на клапан, если плечо рычага равно l_1 , расстояние от шарнира до центра шара l_2 , а избыточное давление над поверхностью жидкости $P_{изб}$, Собственным весом шара и рычагов пренебречь.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	150	60	80	100	120	140	170	200	180	190
h , м	4,4	4,2	3,0	2,0	1,8	5,0	7,0	5,5	3,5	4,8
l_1 , м	0,8	1,0	1,2	1,4	0,6	0,4	0,3	1,5	1,8	2,0
l_2 , м	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,7	0,6	1,0
$P_{изб}$, 10^5 Па	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Лепешкин А.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 446 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-011954-0. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045211>
- Режим доступа: по подписке.
2. Сазанов И.И. Гидравлика: учебник / И.И. Сазанов, А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. – 320 с. (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-906818-77-5. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1015048>
- Режим доступа: по подписке.
3. Ухин Б.В. Гидравлика: учебник / Б.В. Ухин, А.А. Гусев. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 432 с. — (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-005536-7. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1112959>
- Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Малый В.П. Гидравлика. Гидродинамика: руководство к решению задач: учебное пособие / В. П. Малый. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2021. – 223 с. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1354570>
- Режим доступа: по подписке.

2. Сидоренко В.С. Гидромеханические системы стационарных и мобильных технологических машин: учеб. пособие / В.С. Сидоренко, М.С. Полешкин, В.И. Антоненко. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 281 с. (Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5caaef22362082.95120074. – ISBN 978-5-16-014879-3. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009560>
- Режим доступа: по подписке.
3. Филин В.М. Гидравлика, пневматика и термодинамика: курс лекций / под общ. ред. В.М. Филина. – М: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. – 318 с. – ISBN 978-5-8199-0780-1. - Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045819>
- Режим доступа: по подписке.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

- | | |
|---|---|
| 1. Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| 2. Библиотека по естественным наукам РАН | http://www.benran.ru |
| 3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | http://www.viniti.ru |
| 4. Государственная публичная научно-техническая библиотека | http://www.gpntb.ru |
| 5. Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://www.elibrary.ru |
| 6. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) | http://www.rucont.ru/ |
| 7. Электронная библиотечная система «Лань» | http://e.lanbook.com/ |
| 8. Университетская библиотека | http://www.biblioclub.ru |
| 9. Электронно-библиотечная система Znanium | http://znanium.ru |
| 10. <u>Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет»</u> | http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta |

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MSoftware, RAMUS.*

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
3. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Гидравлика».