

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы –

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 7

Экзамен 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (з.е)

Составитель И.В. Верхотурова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов способности самостоятельно производить расчет гидравлических инженерных систем, а также изучение методов гидрогазодинамического эксперимента и приобретение практических навыков использования основных уравнений гидрогазодинамики.

Задачи дисциплины:

- изучение основных физических свойств, общих законов и уравнений статики и динамики жидкостей и газов;
- изучение напряжений и сил, действующих в жидкостях и газах, с учетом их основных физических свойств, уравнений сохранения массы, количества движения и энергии;
- уметь рассчитывать газодинамические параметры в различных точках движущейся среды;
- овладение основами физического и математического моделирования исследованных явлений и процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) математический анализ;
- 3) дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление.

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» могут использоваться при прохождении различных видов производственных практик. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины, позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{опк-1} Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии
	ИД-2 _{опк-1} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования
	ИД-3 _{опк-1} Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Модуль 1. Гидромеханика Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.	7	2										4	Итоговый тест по модулю 1.
2	Тема 2. Физические основы гидростатики и кинематики.	7	6		10		2						6	Лабораторные работы, Индивидуальная работа
3	Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	7	6		8		4						6	Лабораторные работы, Индивидуальная работа
4	Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	7	8		8		16						8	Лабораторные работы, Индивидуальная работа, Кейс-задача
5	Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.	7	6		4		4						6	Кейс-задача, Индивидуальная работа

6	Модуль 2. Газодинамика Тема 1. Основные физические законы движения газа	7	2		4		8					4	Итоговый тест по модулю 2. Лабораторные работы, Индивидуальная работа, Кейс-задача
7	Тема 2. Волны давления в газовом потоке	7	2									4	
8	Тема 3. Теория пограничного слоя	7	2									4	
9	Экзамен	7								0.3	35.7		
	Итого			34.0	34.0	34.0	0.0	0.0	0.3	35.7	42.0		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Модуль 1. Гидромеханика Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.	Предмет гидрогазодинамики и его место в подготовке бакалавров. Краткая история развития науки. Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Жидкость. Модель сплошной среды. Основные физические величины и физические свойства жидкостей. Обозначение и единицы измерения
2	Тема 2. Физические основы гидростатики и кинематики.	Гидростатическое давление и его свойства. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума. Силы, действующие в жидкостях (массовые и поверхностные). Абсолютный и относительный покой жидкости. Дифференциальные уравнения жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Законы Паскаля и Архимеда. Эпюры давления. Давление жидкости на плоскую и криволинейную поверхности. Способы описания движения жидкости. Уравнения баланса массы: Уравнение непрерывности. Движение жидкой частицы. Вихревое движение жидкости. Безвихревое течение жидкости (потенциальное течение).
3	Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	Уравнение движения жидкости. Уравнение моментов количества движения. Дифференциальное уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса. Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Уравнение Бернулли для

		<p>установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Трубка Прандтля, Вентури, сопло. Диафрагма. Уравнение Бернулли для реальных газов. Интегральное и дифференциальное уравнения энергии. Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия. Критерии гидродинамического подобия.</p>
4	<p>Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.</p>	<p>Виды сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения. Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение. Потери напора при равномерном движении жидкости: ламинарный режим, турбулентный режим движения жидкости. Потери напора при неравномерном движении жидкости (местные потери). Классификация гидравлических систем по сопротивлениям.</p> <p>Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Истечение под уровень. Истечение из больших отверстий. Истечение при переменном напоре. Истечение через насадки. Затопленные свободные турбулентные струи. Истечение газов из отверстий. Гидравлический расчет трубопроводов. Простые трубопроводы, сложные трубопроводы, трубопроводы с переменным расходом по пути. Расчет простых трубопроводов. Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра. Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости. Гидравлические характеристики трубопроводов. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара. Явление кавитации.</p>
5	<p>Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.</p>	<p>Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе. Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические передачи). Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели. Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование.</p>
6	<p>Модуль 2. Газодинамика Тема 1. Основные физические законы движения газа</p>	<p>Исходные соотношения. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорости газа. Связь скорости газа с сечением потока. Закон Обращения воздействия. Виды сопел реализующих сверхзвуковое течение газа. Сопло Лавалля. Режимы его работы. Параметры изоэнтропического торможения газа.</p>

		Газодинамические функции. Истечение газа. Одномерное течение газа с трением и энергообменом. Диффузоры. Эжекторы.
7	Тема 2. Волны давления в газовом потоке	Волны разрежения. Скачки уплотнения.
8	Тема 3. Теория пограничного слоя	Понятие пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя и сопротивление при отрывном обтекании. Влияние различных факторов на явление отрыва. Лопаточная решетка в газовом потоке.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основы гидростатики и кинематики	1. Гидростатическое давление в жидкости 2. Сила давления жидкости на плоские поверхности 3. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности
Динамика вязкой и невязкой жидкости	1. Режимы течения жидкости. Уравнение неразрывности. 2. Уравнение Бернулли.
Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков	1. Истечение жидкости через отверстия и насадки. 2. Расчет простых трубопроводных систем. 3. Расчет сложных трубопроводных систем.
Гидравлические машины и гидропривод	Расчет характеристик насосов.
Законы движения газа	Процессы течения газа по трубопроводам

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Исследование относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде	Экспериментальное определение формы свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде. Построение эпюры избыточного давления жидкости на стенки дно сосуда.
Определение критического значения числа Рейнольдса при течении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.	Наблюдение за различными режимами движения жидкости в трубе и определение числа Рейнольдса.
Изучение закона сохранения энергии при течении жидкости по трубопроводу переменного сечения.	Установление актов превращения энергий в трубе переменного сечения. Построение пьезометрической и напорной линии.
Определение потерь напора при внезапном расширении.	Определение экспериментального и теоретического значения коэффициента гидравлического трения.
Определение коэффициента гидравлического трения.	Ознакомление с видами потерь энергии из-за деформации потока, получение навыков определения потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях и экспериментальное определение коэффициента местного сопротивления.

Кейс-задача: Гидравлический расчёт разветвлённого трубопровода.	Проведение расчета трубопровода и подбор характеристик труб магистрали и ответвления, расчет потерь на трение в основной магистрали и в ответвлениях, подбор марки насоса.
Кейс-задача: Определение рабочего режима лопастного насоса.	Определить параметры рабочего режима лопастного насоса. Определить, как изменится рабочий режим насоса: если изменить скорость вращения рабочего колеса насоса; если произвести одновременное параллельное или последовательное включение двух одинаковых насосов.
Изучение метода определения расхода воздуха по изменению давления в отсеченном объеме.	Изучение метода определения расхода воздуха при его истечении из резервуара известного объема.
Изучение закона сохранения энергии при течении воздуха по трубопроводу переменного сечения.	Изучение закона сохранения энергии при течении воздуха по пневмосистеме или трубопроводу, изучение уравнения Бернулли и построение напорной и пьезометрической линий при течении воздуха по трубопроводу переменного сечения.
Кейс-задача: Газодинамический расчёт сопла Лавала.	Проведение газодинамического расчёта сопла Лавала, обеспечивающего на расчётном режиме заданный расход газа, определение профиля сопла и обобщить полученные результаты.
Изучение приборов и методов определения давления.	Изучение приборов и методов измерения давления. Научиться определять вид измеряемого давления по показаниям датчика малого давления в зависимости от способа его подключения к напорной трубке Пито.
Исследование истечения воздуха из ресивера: до- критический, критический режимы течения.	Изучение возможности экспериментального исследования процесса истечения воздуха из емкости высокого давления через малое отверстие при докритическом и критическом режимах адиабатического течения.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Модуль 1. Гидромеханика Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.	Подготовка к итоговому тесту по модулю 1	4
2	Тема 2. Физические основы гидростатики и кинематики.	Подготовка к практическому занятию, подготовка к выполнению и защите лабораторной работы, подготовка к выполнению индивидуальной работы по теме, подготовка к итоговому тесту по модулю 1.	6
3	Тема 3. Динамика	Подготовка к практическому занятию,	6

	вязкой и невязкой жидкости.	подготовка к выполнению и защите лабораторной работы, подготовка к выполнению индивидуальной работы по теме, подготовка к итоговому тесту по модулю 1.	
4	Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	Подготовка к практическому занятию, подготовка к выполнению и защите лабораторной работы, подготовка к выполнению индивидуальной работы по теме, выполнение кейс-задачи, подготовка к итоговому тесту по модулю 1.	8
5	Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.	Подготовка к практическому занятию, подготовка к выполнению индивидуальной работы по теме, выполнение кейс-задачи, подготовка к итоговому тесту по модулю 1.	6
6	Модуль 2. Газодинамика Тема 1. Основные физические законы движения газа	Подготовка к практическому занятию, подготовка к выполнению и защите лабораторной работы, подготовка к выполнению индивидуальной работы по теме, выполнение кейс-задачи, подготовка к итоговому тесту по модулю 2.	4
7	Тема 2. Волны давления в газовом потоке	Подготовка к итоговому тесту по модулю 2.	4
8	Тема 3. Теория пограничного слоя	Подготовка к итоговому тесту по модулю 2.	4

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методы применяемые в обучении. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

При реализации дисциплины «Гидрогазодинамика», используются традиционные и современные образовательные технологии.

При чтении лекций по данной дисциплине используются активные методы обучения: проблемная лекция, лекция презентация. Перед изучением раздела обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал данного раздела. При чтении лекций используются мультимедийные презентации, видеодемонстрации.

На практических и лабораторных занятиях используется метод группового решения творческих задач, метод дебатов.

При проведении лабораторных занятий студентам выдается задание для подготовки к выполнению лабораторной работы. Перед выполнением работы с преподавателем обсуждается цель работы и ход ее выполнения. На этапе защиты работы студент самостоятельно анализирует достигнутые результаты с разных точек зрения, выдвигает гипотезы и делает выводы, исходя из цели работы.

Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники. Методы контроля: итоговое тестирование. Итоговые тесты по модулям размещены в электронном курсе «Гидрогазодинамика» размещенном в модульной объектно-

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Гидрогазодинамика».

Примерные вопросы к экзамену:

1. Модель сплошной среды. Модель несжимаемой среды. Общая постановка задачи.
2. Основные физические величины и физические свойства жидкостей. Обозначение и единицы измерения. Макроскопические параметры и функции состояния среды.
3. Давление жидкости. Равновесие жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума.
4. Абсолютный и относительный покой жидкости. Силы, действующие на жидкий объем. Дифференциальные уравнения жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальное уравнение равновесия (уравнение Эйлера).
5. Закон Паскаля. Эпюры давления. Давление жидкости на плоскую и криволинейную поверхность.
6. Относительное равновесие жидкости при поступательном равноускоренном движении сосуда и во вращающемся сосуде.
7. Основы кинематики жидкости и газа. Методы кинематического исследования сплошной среды. Классификация движения жидкостей. Расход жидкости.
8. Уравнение неразрывности (уравнение баланса массы). Линии тока. Трубка тока. Струйная модель потока.
9. Движение жидкой частицы.
10. Вихревое движение жидкости. Вихрь поля. Вихревая линия. Вихревой шнур. Вихревая трубка. Теоремы о вихревом движении и следствия из них.
11. Безвихревое течение жидкости (потенциальное течение). Потенциал скорости. Уравнение Лапласа. Функция тока.
12. Уравнение движения жидкости. Первая теорема Эйлера. Уравнение моментов количества движения (второе уравнение Эйлера).
13. Дифференциальное уравнение движения в напряжениях.
14. Дифференциальные уравнения Навье-Стокса и их решения (уравнение Эйлера, уравнение Громеки-Лемба, интеграл Коши-Лагранжа).
15. Уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости и его анализ.
16. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальных газов.
17. Практическое применение уравнения Бернулли (трубка Пито, трубка Прандля, трубка Вентури, сопло, диафрагма).
18. Интегральное и дифференциальное уравнения энергии.
19. Моделирование гидродинамических явлений.
20. Теория подобия. Критерии гидродинамического подобия
21. Виды сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения.
22. Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение.
23. Потери напора при равномерном движении жидкости: ламинарный режим, турбулентный режим движения жидкости.
24. Потери напора при неравномерном движении жидкости (местные потери).
25. Классификация гидравлических систем по сопротивлениям.
26. Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи,

скорости и расхода.

27. Истечение под уровень. Истечение из больших отверстий. Истечение из сосуда при переменном напоре.
28. Истечение жидкости через насадки.
29. Затопленные свободные струи. Истечение газов из отверстий.
30. Назначение и классификация трубопроводов и расходов. Гидравлический расчет простого трубопровода.
31. Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра.
32. Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости.
33. Гидравлические характеристики трубопроводов.
34. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара. Явление кавитации.
35. Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе. Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические передачи).
36. Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели.
37. Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование
38. Газодинамика. Исходные соотношения. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Параметры изоэнтропического торможения газа. Газодинамические функции λ (λ^2), (λ^2), (λ).
39. Связь скорости газа с сечением потока. Закон обращения воздействия. Истечение газа. Геометрическое воздействие на газовый поток. Виды сопел реализующих сверхзвуковое течение газа.
40. Одномерное течение газа с трением и энергообменом. Диффузоры. Эжекторы
41. Волны разрежения.
42. Скачки уплотнения.
43. Понятие пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя и сопротивление при отрывном обтекании. Влияние различных факторов на явление отрыва.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Крестин Е.А. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 189 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784.html>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник / Д. В. Штеренлихт. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 656 с. — ISBN 978-5-8114-1892-3. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212051>
3. Ильина, Т. Н. Гидравлика. Примеры расчетов элементов инженерных сетей : учебное пособие / Т. Н. Ильина. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 150 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28343.html>
4. Севостьянов, А. В. Расчёт трубопроводов : методические указания к расчётной работе по дисциплине «Гидрогазодинамика»/ А. В. Севостьянов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 53 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55149.html>
5. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс] : учеб.- метод. пособие по выполнению лаб. работ. Ч. 1. Гидромеханика / АмГУ, ИФФ ; сост.: И. В. Верхотурова, О. А. Агапьятова. — Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. — 82 с. — Б. ц. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7766.pdf

6. Гидрогазодинамика. Ч.1 «Гидромеханика»: учебно- методическое пособие по выполнению лабораторных работ / составители И. В. Верхотурова, О. А. Агапьятова. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2017. — 82 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/103852.html>

7. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: учеб.- метод. пособие по выполнению лаб. работ. Ч. 2. Газовая динамика / Амур. гос. ун-т, Инженер.- физ. фак. ; сост. И. В. Верхотурова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Благовещенск : АмГУ, 2021. - 89 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11786.pdf

8. Гидрогазодинамика. Ч.2: «Газовая динамика»: учебно- методическое пособие по выполнению лабораторных работ / составители И. В. Верхотурова. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2019. — 73 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/103853.html>

9. Методические указания по выполнению задач реконструктивного уровня по дисциплине "Гидрогазодинамика" [Электронный ресурс] / Амурский государственный университет, Инженерно- физический факультет; сост. И. В. Верхотурова. - Благовещенск : АмГУ, 2020. - 60 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11585.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
4	http://e.lanbook.com	Представленная электронно- библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
5	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
6	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	http://www.prometeus.nsc.ru/	SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных научных электронных ресурсов открытого доступа,

	sciguide/page0609.ssi	элемент поддержки научной коммуникации в Сибирском отделении РАН. Навигатор помогает вести поиск качественных научных ресурсов мирового уровня
3	https:// elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Гидрогазодинамика» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета