


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет Мореходный  
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан мореходного факультета  
  
Труднев С.Ю.

«01» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Гидравлика»**

направление:

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(уровень бакалавриата)

профиль:

«Машины и оборудование инженерной и транспортной инфраструктур»

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Составитель рабочей программы:

доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» «23» ноября 2021 г. протокол № 3.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«23» ноября 2021 г.



А. В. Костенко

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Гидравлика» является изучение основ гидростатики, кинематики, гидродинамики, получение представления о закономерностях равновесия и движения жидкостей, освоение методов расчета и анализа процессов течения, проектирования гидравлических систем, развития навыков инженерных расчетов и овладение методикой решения основных задач гидравлики.

Основные **задачи** курса:

- приобретение глубоких знаний о сущности и закономерностях процессов гидростатики, кинематики, гидродинамики;
- приобретение навыков моделирования различных гидравлических процессов;
- приобретение необходимых знаний о назначении, устройстве и принципе действия гидравлического оборудования, вспомогательных материалов;
- приобретение знаний о сущности и закономерностях процессов, протекающих в гидравлических системах;
- овладение методиками расчета и подбора гидравлического оборудования, методики расчета гидравлических систем;
- изучение методов монтажа и наладки гидравлического оборудования;
- получение представления о правилах и нормах размещения гидравлического оборудования на производстве, при оснащении рабочих мест;
- изучение прогрессивных методов эксплуатации гидравлических систем и оборудования.

В процессе изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей;
- методы математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений).

**уметь:**

- применять основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей;
- применять методы математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений).

**владеть:**

- основными понятиями, законами и моделями статики, кинематики и динамики жидкостей;
- методами математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений).

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> : Знает методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> – основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей;	<b>З (ОПК-1)1</b>
		ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> : Умеет применять естественнонаучные общеинженерные знания	– методы математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений)	<b>З (ОПК-1)2</b>
		ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> : Владеет навыками применения естественнонаучных общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> – применять основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей; – применять методы математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений).	<b>У (ОПК-1)1</b>  <b>У (ОПК-1)2</b>
			<b>Владеть:</b> – основными понятиями, законами и моделями статики, кинематики и динамики жидкостей; – методами математического анализа и моделирования гидравлических процессов (теория подобия гидравлических явлений).	<b>В (ОПК-1)1</b>  <b>В (ОПК-1)2</b>

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части в структуре образовательной программы,

Дисциплина опирается на такие дисциплины: физика, химия, теоретическая механика.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины необходимы для изучения таких дисциплин, как «Гидравлические и пневматические системы машин и оборудования инженерной и транспортной инфраструктур», «Эксплуатационные материалы» и др., а также для выполнения курсовых проектов и выпускной квалификационной работы.

Завершается изучение дисциплины в третьем семестре сдачей экзамена.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
<b>Раздел 1. Гидростатика и кинематика жидкости</b>	<b>51</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	Опрос, РЗ*, РФ*, Тест*
Тема 1.1. Введение в гидравлику.	4	2	2	-	-	2	Опрос
Тема 1.2. Свойства жидкостей	8	4	2	2	-	4	Опрос, РЗ*
Тема 1.3. Гидростатика, гидростатическое давление.	6	2	2	-	-	4	Опрос, РФ*
Тема 1.4. Основное уравнение гидростатики	8	4	2	2	-	4	Опрос, РЗ*
Тема 1.5. Закон Архимеда	4	2	2	-	-	2	Опрос
Тема 1.6. Закон Паскаля	8	4	2	2	-	4	Опрос, РЗ*
Тема 1.7. Кинематика жидкости.	6	2	2	-	-	4	Опрос, Тест* №1
Тема 1.8. Уравнение неразрывности потока жидкости	7	4	2	2	-	3	Опрос, РЗ*
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>	<b>57</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	Опрос, РЗ*, РФ*, Тест*
Тема 2.1. Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости	4	2	2	-	-	2	Опрос
Тема 2.2. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкость жидкости	8	4	2	2	-	4	Опрос, РЗ*
Тема 2.3. Режимы течения жидкостей	6	2	2	-	-	4	Опрос, РФ*
Тема 2.4. Потери напора на линейных сопротивлениях	8	4	2	2	-	4	Опрос, РЗ*
Тема 2.5. Потери напора на местных сопротивлениях	4	2	2	-	-	2	Опрос
Тема 2.6. Истечение жидкости из отверстий и насадков	6	4	2	2	-	2	Опрос
Тема 2.7. Кавитация и гидравлический удар	4	2	2	-	-	2	Опрос
Тема 2.8. Насосы	8	2	2	-	-	6	Опрос, Тест* №2, РЗ*
Тема 2.9. Гидравлические системы	9	5	2	3	-	4	Опрос, РЗ*
Экзамен	36						Экзамен
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>57</b>	

\* РЗ – решение задач, РФ – подготовка реферата; Тест – подготовка к тестированию.

*Заочная форма обучения*

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
<b>Раздел 1. Гидростатика и кинематика жидкости</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	
Тема 1.1. Введение в гидравлику Тема 1.2. Свойства жидкостей Тема 1.3. Гидростатика, гидростатическое давление Тема 1.4. Основное уравнение гидростатики Тема 1.5. Закон Архимеда	35	3	2	1	0	32	Опрос, РЗ*
Тема 1.6. Закон Паскаля Тема 1.7. Кинематика жидкости Тема 1.8. Уравнение неразрывности потока жидкости	33	3	2	1	0	30	Опрос, РЗ*
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>	<b>67</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>61</b>	
Тема 1.1. Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости Тема 1.2. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкость жидкости Тема 1.3. Режимы течения жидкостей Тема 1.4. Потери напора на линейных сопротивлениях	33	3	2	1	0	30	Опрос, РЗ*, РФ*
Тема 1.5. Потери напора на местных сопротивлениях Тема 1.6. Истечение жидкости из отверстий и насадков Тема 1.7. Кавитация и гидравлический удар Тема 1.8. Насосы Тема 1.9. Гидравлические системы	34	3	2	1	0	31	Опрос, РЗ*
Экзамен	9						Экзамен
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>123</b>	

\* РЗ – решение задач, РФ – подготовка реферата; Тест – подготовка к тестированию.

#### **4.2. Описание содержания дисциплины**

##### **Раздел 1. Гидростатика и кинематика жидкости**

###### **Тема 1.1. Введение в гидравлику**

Предмет гидравлики. Методы применения законов гидравлики. Основные понятия и определения. Идеальная и реальная жидкость. Однородная жидкость.

###### **Тема 1.2. Свойства жидкостей**

Основные физические свойства жидкости: плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение. Зависимость основных физических свойств жидкостей от температуры и давления.

###### **Тема 1.3. Гидростатика, гидростатическое давление**

Силы, действующие в жидкостях. Напряжения вызываемые в жидкостях массовыми и поверхностными силами. Гидростатическое давление и его свойства.

#### **Тема 1.4. Основное уравнение гидростатики**

Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости. Основное уравнение гидростатики.

#### **Тема 1.5. Закон Архимеда**

Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость тел, погруженных в жидкость. Равновесие тела, плавающего на поверхности жидкости.

#### **Тема 1.6. Закон Паскаля**

Закон Паскаля. Простые гидравлические машины: гидравлический пресс, гидравлический аккумулятор, гидравлический мультипликатор.

#### **Тема 1.7. Кинематика жидкости**

Основные определения кинематики: траектория движения частицы жидкости, линия тока, трубка тока, элементарная струя, поток, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус.

#### **Тема 1.8. Уравнение неразрывности потока жидкости**

Расход жидкости (объемный и массовый), средний расход, средняя скорость. Уравнение неразрывности потока жидкости.

**Практическое занятие 1. Свойства жидкостей.**

**Практическое занятие 2. Основное уравнение гидростатики.**

**Практическое занятие 3. Закон Архимеда. Закон Паскаля.**

**Практическое занятие 4. Кинематика жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости**

## **Раздел 2. Гидродинамика**

#### **Тема 2.1. Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости**

Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости.

#### **Тема 2.2. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкость жидкости**

Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Пьезометрический, скоростной, геометрический и полный напоры. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Коэффициент Кориолиса. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.

#### **Тема 2.3. Режимы течения жидкостей**

Опыт Рейнольдса, критерий (число) Рейнольдса. Режимы движения жидкости. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса. Основные закономерности ламинарного режима течения. Основные закономерности турбулентного режима течения.

#### **Тема 2.4. Потери напора на линейных сопротивлениях**

Потери напора на линейных сопротивлениях при различных режимах течения жидкости (формула Дарси-Вейсбаха). Коэффициент линейного сопротивления (формулы Дарси, Альтшуля, Блазиуса, Кольбука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона).

#### **Тема 2.5. Потери напора на местных сопротивлениях**

Потери напора на местных сопротивлениях при различных режимах течения жидкости (формула Вейсбаха). Коэффициент местного сопротивления для вентиля, конусов, диафрагм, сужений, расширений и т.д.

#### **Тема 2.6. Истечение жидкости из отверстий и насадков**

Классификация отверстий и насадков. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном уровне. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при переменном ее уровне. Истечение жидкости через насадки.

#### **Тема 2.7. Кавитация и гидравлический удар**

Физическая природа кавитации. Число кавитации. Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой). Формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударами.

#### **Тема 2.8. Насосы**

Типы, виды насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.). Особенности конструкции, работы. Принципы действия гидроцилиндров. Классификация и применение

гидравлических фильтров, принципы их работы, потери напора, устройство фильтроэлемента. Устройство и виды гидрораспределителей. Размещение гидравлического оборудования для технического оснащения производственного цеха, рабочего места. Особенности монтажа гидравлического оборудования. Основные и вспомогательные материалы.

#### **Тема 2.9. Гидравлические системы**

Виды и типы гидравлических систем. Состав гидравлической системы, ее основные элементы. Современные (прогрессивные) методы эксплуатации гидравлических систем, способы устранения неисправностей. Особенности монтажа гидравлических систем. Основные и вспомогательные материалы.

*Практическое занятие 5. Уравнение Бернулли невязкой и вязкой жидкостей*

*Практическое занятие 6. Потери напора на линейных сопротивлениях*

*Практическое занятие 7. Насосы*

*Практическое занятие 8. Гидравлические системы*

### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме рефератов;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса, подготовку к тестированию, подготовку рефератов.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используется учебно-методическое пособие

Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

### **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Введение в Гидравлику (предмет и ее метод).



2. Основные свойства жидкостей.
3. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики.
4. Закон Архимеда (плавание тел, остойчивость). Закон Паскаля (гидравлические машины).
5. Основные понятия кинематики жидкости (линия тока, трубка тока, струйка тока, поток, гидравлический радиус).
6. Расход жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости.
7. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока идеальной жидкости.
8. Уравнение Бернулли для потока вязкой (реальной жидкости) жидкости.
9. Линейные и местные потери напора. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
10. Измерение расхода и скорости движения жидкостей. Типы расходомеров.
11. Режимы движения жидкости (число Рейнольдса).
12. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, критические значения критерия Рейнольдса.
13. Ламинарный режим течения.
14. Турбулентный режим течения. Механизм турбулентного потока.
15. Потери напора при ламинарном, турбулентном режиме течения.
16. Коэффициент линейного сопротивления, шероховатость.
17. Определение потерь напора для труб некруглого сечения.
18. Местные потери напора.
19. Гидродинамическое подобие и моделирование потоков. Критерии подобия.
20. Истечение жидкости из отверстий и насадок.
21. Прямой и не прямой гидравлический удар.
22. Кавитация.
23. Типы и виды насосов.
24. Особенности расчетов различных типов и видов насосов.
25. Гидравлическое оборудование.
26. Особенности расчетов гидравлического оборудования
27. Размещение гидравлического оборудования для технического оснащения производственного цеха, рабочего места;
28. Особенности монтажа гидравлического оборудования.
29. Основные и вспомогательные материалы.
30. Гидравлические системы.
31. Особенности расчетов гидравлических систем.

## **7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### ***7.1. Основная литература***

1. Брюханов О.Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник, 2006г.
2. Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

### ***7.2. Дополнительная литература***

1. Лепешкин А.В., Шейнак А.А., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие. - 3-е изд., – М.: МГИУ, 2005 г. – 352 с. (3 шт)
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика. - 3-е изд., – М.: Высшая школа, 2008 г. – 199 с. (3 шт)

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать:

1. [http:// www.techgidravlika.ru/](http://www.techgidravlika.ru/)

2. [http:// www.gidrostanok.ru](http://www.gidrostanok.ru)
3. [http:// hydmarket.ru](http://hydmarket.ru)
4. [http:// www.hydronehanika.ru](http://www.hydronehanika.ru)

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

*Лекции* посвящаются рассмотрению наиболее важных вопросов: о свойствах жидкостей, законах гидростатики, кинематики и гидродинамики жидкости, о режимах течения жидкостей, о потерях напора при движении жидкости, о расчетах и подборе гидравлического оборудования и гидравлических систем. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном или на практическом занятии.

*Целью проведения практических занятий* является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях, практических занятиях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения типовых задач дисциплины.

## **10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

## **11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

### *11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

- электронные образовательные ресурсы, представленные выше;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### *11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор MicrosoftWord;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы MicrosoftExcel;
- презентационный редактор MicrosoftPowerPoint.

### *11.3 Перечень информационно-справочных систем*

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

– для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется аудитория 3-203 с оборудованием: установка для измерения гидростатического давления, установка для изучения относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде, установка для изучения режимов движения жидкости, установка для изучения процессов истечения жидкости через отверстия и насадки; комплект ученической мебели;

– для самостоятельной работы обучающихся – кабинетом для самостоятельной работы № 7-103, оборудованный 1 рабочей станцией с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, и комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест и аудиторией для самостоятельной работы обучающихся 3-302, оборудованный 4 рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, и комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест;

- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в PowerPoint по темам курса.