

# ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»  
И.о. директора института физической  
культуры спорта и безопасности  
жизнедеятельности  
/О.В. Багрянцев/



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.09 Теплофизика

**Направление подготовки:** 20.03.01 Техносферная безопасность

**Направленность (профиль):** Защита в чрезвычайных ситуациях

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** физической культуры, спорта и БЖ

**Кафедра:** физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		-
Семестр/триместр	4		-

Лекции	18		-
Лабораторные занятия			-
Практические (семинарские) занятия	18		-
в т.ч. практическая подготовка	-		
Консультации	-		-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет		-
Контроль			-
Иные формы работы	-		-
Самостоятельная работа	72		-

**Всего часов: 108**

**Трудоемкость: 3 зачетных единиц.**

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических, доцент \_\_\_\_\_ Сидоров А.В.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** Целью изучения дисциплины “Теплофизика” является формирование глубоких знаний и практических навыков в области основных начал термодинамики, принципов превращения теплоты в механическую работу, соответствующих устройств, теории тепло и массообмена.

### Задачи изучения дисциплины:

- Задачей изучения дисциплины является усвоение студентами
- - основных понятий и терминологии термодинамики;
- - методики расчета основных термодинамических параметров идеальных и реальных газов и их смесей с помощью уравнения состояния;
- - методов начал термодинамики при анализе процессов с идеальными и реальными газами;
- - концепции термодинамических потенциалов
- - принципов действия и энергетической эффективности различного рода теплоэнергетических установок, а также компрессоров, вентиляторов, холодильных и криогенных установок, тепловых насосов теплообменных и тепломассообменных аппаратов
- - закономерностей переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией, излучением; - ознакомиться с понятием сложного теплообмена.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина Б1.О.04.09 Теплофизика реализуется в рамках модуля 4 «Предметно-содержательный» обязательной части ОПОП.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2	<b>Знать:</b> вопросы безопасности и сохранения окружающей среды и рассматривать их в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности	<b>Знает:</b> вопросы безопасности и сохранения окружающей среды в рамках теплофизики и рассматривать их в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности
	<b>Уметь:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать информацию в области безопасности и сохранения окружающей среды	<b>Умеет:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать информацию в области безопасности и сохранения окружающей среды на основе теплофизики
	<b>Владеть:</b>	<b>Владеет:</b>

	культурой безопасности и рискориентированным мышлением, с приоритетным рассмотрением вопросов безопасности и сохранения окружающей среды в жизни и деятельности	культурой безопасности и рискориентированным мышлением, с приоритетным рассмотрением вопросов безопасности и сохранения окружающей среды в жизни и деятельности на основе теплофизики
<b>УУ-8</b>	<b>Знать:</b> факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания; алгоритмы действий при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; правила техники безопасности на рабочем месте;.	<b>Знает:</b> факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания; правила техники безопасности на рабочем месте;
	<b>Уметь:</b> идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности, создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности;	<b>Умеет:</b> идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности,
	<b>Владеть:</b> действиями по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте и осуществлению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций	<b>Владеет:</b> действиями по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте и в лаборатории

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
<b>1</b>	<b>Модуль 1.</b> Предмет и задачи теплофизики, основные определения понятия, и законы теплофизики идеальные	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>8</b>		<b>30</b>

	и реальные газы и процессы с ними.					
2.	Тема 1. Предмет и задачи теплофизики, основные понятия, уравнение состояния идеальных газов.	7	1	1		5
3.	Тема 2 Смеси идеальных газов, реальные газы, уравнения состояния реальных газов.	7	1	1		5
4.	Тема 3 Первый закон термодинамики, обратимые и необратимые процессы, энтальпия.	7	1	1		5
5.	Тема 4. Теплоемкость газов, энтропия, истинная и средняя теплоемкости, теплоемкость смесей идеальных газов, вычисление энтропии идеальных газов для обратимых и необратимых процессов.	9	2	2		5
6	Тема 5. Термодинамические процессы с идеальными газами.	7	1	1		5
7	Тема 6. Второй закон термодинамики, круговые процессы и циклы, цикл Карно, абсолютная работа, эксергия, абсолютная термодинамическая температура.	7	1	1		5
8	<b>Модуль 2.</b> Метод характеристических функций и термодинамических потенциалов в термодинамике, свойства водяного пара, истечение и дросселирование газов и паров, компрессоры.	<b>40</b>	<b>7</b>	<b>7</b>		<b>26</b>

9	Тема 7. Характеристические функции и термодинамические потенциалы, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, теорема Нернста.	7	1	1		5
10.	Тема 8. Дифференциальные уравнения термодинамики, и их применение к решению некоторых задач.	7	1	1		5
11	Тема 9. Водяной пар и его свойства, основные термодинамические процессы с водяным паром.	9	2	2		6
12	Тема 10. Истечение газов и паров, работа проталкивания, располагаемая работа при истечении газов, основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения	9	2	2		5
13	Тема 11. Дросселирование газов и паров, смешение газов, эффект Джоуля-Томпсона. Компрессоры	7	1	1		5
14	<b>Модуль 3.</b> Циклы ДВС, газо и паротурбинных, холодильных установок.	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>16</b>
15	Тема 12. Циклы ДВС. Циклы газотурбинных и паротурбинных установок, их КПД и методы его повышения, циклы холодильных установок.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		6
16.	Тема 13. Основные положения теории теплопроводности, уравнение теплопроводности,	7	1	1		5

	теплопроводность при стационарном режиме. Конвективный теплообмен, конвективный теплообмен в вынужденном и свободном течении жидкости.					
17.	Тема 14. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества, теплообмен излучением. Теплообменные аппараты, тепло и массообмен во влажных средах.	7	1	1		5
18	<i>зачет</i>	0,3				
19	<i>Итого за 4 семестр</i>	108	18	18		72
20	ИТОГО:	108	18	18		72

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

##### **Вариант А:**

1. В резервуаре емкостью  $12 \text{ м}^3$ , содержащем в себе воздух для пневматических работ, давление равно 8 ат по манометру при температуре воздуха  $25^\circ\text{C}$ . После использования части воздуха для работ давление его упало до 3 ат, а температура – до  $17^\circ\text{C}$ . Определить, сколько кг воздуха израсходовано, если  $P_{\text{бар}} = 755 \text{ мм рт. ст.}$
2. Массовый состав смеси следующий:  $\text{CO}_2 = 18 \%$ ;  $\text{O}_2 = 10 \%$ ;  $\text{N}_2 = 72 \%$ . До какого давления нужно сжать эту смесь, находящуюся при нормальных условиях, чтобы при  $t = 180^\circ\text{C}$  8 кг ее занимали объем 40 л?
3. Воздух в количестве  $5 \text{ м}^3$  при абсолютном давлении  $P_1 = 0,3 \text{ МПа}$  и температуре  $t_1 = 25^\circ\text{C}$  нагревается при постоянном давлении до  $t_2 = 160^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, подведенной к воздуху, считая  $C = \text{const}$ .

4. Найти изменение внутренней энергии 1 кг воздуха при охлаждении его от  $t_1 = 350^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ . Учесть зависимость теплоемкости от температуры.
5. В сосуде А находится 108 л водорода при давлении 1,5 МПа и температуре  $1200^\circ\text{C}$ , а в сосуде В – 58 л азота при давлении 3 МПа и температуре  $200^\circ\text{C}$ . Найти давление и температуру, которые установятся после соединения сосудов при условии отсутствия теплообмена с окружающей средой. Учесть зависимость теплоемкости от температуры.
6. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть  $2.5\text{ м}^3$  воздуха при постоянном избыточном давлении  $p = 2\text{ ат}$  от  $t_1 = 120^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 500^\circ\text{C}$ ? Какую работу при этом совершит воздух? Атмосферное давление принять равным 750 мм рт. ст., учесть зависимость теплоемкости от температуры.

#### **Вариант Б:**

1. Поршневой компрессор всасывает в минуту  $3\text{ м}^3$  воздуха при  $t = 17^\circ\text{C}$  и барометрическом давлении  $P_{\text{бар}} = 750\text{ мм рт. ст.}$  и нагнетает его в резервуар, объем которого равен  $8,5\text{ м}^3$ . За какое время (в мин) компрессор поднимет давление в резервуаре до значения  $P = 6\text{ ат}$ , если температура в резервуаре будет оставаться постоянной? Начальное давление в резервуаре было 750 мм рт. ст., а температура равнялась  $17^\circ\text{C}$ .
2. В резервуаре объемом  $10\text{ м}^3$  находится газовая смесь, состоящая из 10 кг кислорода и 30 кг азота. Температура смеси равна  $27^\circ\text{C}$ . Определить парциальные давления компонентов смеси.
3. Газовая смесь имеет следующий состав по объему;  $\text{CO}_2 = 12\%$ ,  $\text{O}_2 = 8\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 5\%$ ,  $\text{N}_2 = 75\%$ . Определить для данной смеси среднюю массовую теплоемкость  $C_{\text{рм}}$  в интервале от  $t_1$  до  $t_2$ , если смесь нагревается от  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 300^\circ\text{C}$ .
4. В котельной электростанции за 10 ч работы сожжено 150 т каменного угля с теплотой сгорания  $Q = 7000\text{ ккал/кг}$ . Найти количество выработанной электроэнергии и среднюю мощность станции за указанный период работы, если КПД процесса преобразования тепловой энергии в электрическую составляет 22 %.
5. В газоходе котельной смешиваются уходящие газы трех котлов, имеющие атмосферное давление. Будем считать, что эти газы имеют одинаковый состав (массовый):  $\text{CO}_2 = 12\%$ ,  $\text{O}_2 = 8\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 8\%$ ,  $\text{N}_2 = 72\%$ . Часовые расходы газов составляют  $V_1 = 7100\text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $V_2 = 2600\text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $V_3 = 11200\text{ м}^3/\text{ч}$ , а температура газов соответственно равна  $t_1 = 170^\circ\text{C}$ ;  $t_2 = 220^\circ\text{C}$ ;  $t_3 = 120^\circ\text{C}$ . Определить температуру газов после смешения и их объемный расход через дымовую трубу при этой температуре. Теплообменом в окружающую среду и зависимостью теплоемкости от температуры пренебречь.
6. В закрытом сосуде емкостью  $V = 0,6\text{ м}^3$  содержится азот при давлении (абсолютном)  $p_1 = 0,5\text{ МПа}$  и температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . В результате охлаждения сосуда азот, содержащийся в нем, теряет 125 кДж. Принимая теплоемкость азота постоянной, определить, какие давление и температура устанавливаются в сосуде после охлаждения.

#### **Вариант А (2-я контрольная работа):**

1. В сосуде находится влажный насыщенный пар. Его масса  $M = 120\text{ кг}$  и параметры  $t_1 = 220^\circ\text{C}$ ,  $x_1 = 0,64$ . В сосуде отсепарировано и удалено 20 кг воды, причем

давление все время поддерживалось постоянным. Определить параметры  $p$ ,  $v$ ,  $h$ ,  $s$  оставшегося в сосуде пара, использовать для решения таблицы водяного пара.

2. Определить количество теплоты, сообщаемое пару, изменение внутренней энергии и работу расширения, если пар с температурой  $t = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  расширяется по изотерме от давления  $p_1 = 50$  бар до  $p_2 = 6$  бар. Задачу решить для 1 кг пара с помощью таблиц водяного пара. Изобразить процесс в диаграммах  $h,s$  и  $T,s$ .

3. Из резервуара, в котором находится кислород с постоянным давлением  $p_1 = 5.5$  МПа, газ вытекает через сужающееся сопло в среду с давлением  $p_2 = 4.5$  МПа. Температура кислорода в резервуаре равна  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определить теоретическую скорость истечения и расход, если площадь выходного сечения сопла  $f_2 = 20$  мм<sup>2</sup>. Найти также скорость истечения кислорода и его расход, если истечение будет происходить в атмосферу. В обоих случаях считать истечение адиабатным. Атмосферное давление принять равным 0,1 МПа.

4. Определить термический КПД цикла Ренкина с учетом работы питательного насоса, если параметры пара на входе в турбину:  $p_1 = 26$  бар и  $t_1 = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Давление пара на выходе из турбины  $p_2 = 0,05$  бар. Для сравнения определить также термический КПД без учета работы насоса и оценить получаемую при этом погрешность  $\delta$  в %. Исследовать зависимость  $\delta = f(p_1)$  при  $t_1 = \text{const}$  и  $p_2 = \text{const}$ .

#### **Вариант Б (2-я контрольная работа):**

1. На паропроводе насыщенного пара установлен термометр, показывающий  $t = (170 + 2n)\text{ }^{\circ}\text{C}$ . С помощью таблиц водяного пара определить, каково было бы показание манометра на этом паропроводе. Атмосферное давление принять равным 1 ат.

2. Определить с помощью таблиц водяного пара конечное давление, степень сухости и количество отведенной теплоты, если в закрытом сосуде объемом 3 м<sup>3</sup> сухой насыщенный водяной пар охлаждается от начальной температуры  $t_1 = 210\text{ }^{\circ}\text{C}$  до конечной  $t_2 = 67\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

3. Воздух из резервуара с постоянным давлением  $p_1 = 1.4$  МПа и температурой  $t_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  вытекает в атмосферу через трубку с внутренним диаметром 15 мм. Найти скорость истечения воздуха и его секундный массовый расход. Атмосферное давление принять равным 0,1 МПа. Процесс расширения считать адиабатным.

4. В паротурбинной установке с начальными параметрами пара  $p_1 = 14$  МПа,  $t_1 = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлением в конденсаторе  $p_2 = 5$  кПа был введен промежуточный перегрев пара при давлении  $p_{пп}$  до температуры  $t_{пп}$ .  $p_{пп} = 1$  МПа,  $t_{пп} = (380 + 10n)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Найти  $\eta_{тпп}$  цикла с промежуточным перегревом и сравнить его с  $\eta_t$  цикла Ренкина до введения промежуточного перегрева пара.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

#### **Вопросы к зачету 4 семестр, очная форма обучения**

1. Предмет теплофизики, ее цель и задачи, основные понятия термодинамики.



2. Уравнения состояния Клапейрона и Менделеева, газовая постоянная и ее смысл.
3. Смеси идеальных газов, способы задания их состава, выражение газовой постоянной, молекулярной массы и парциальных давлений через состав смеси.
4. Свойства реальных газов, уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ.
5. Первый закон термодинамики, внутренняя энергия, работа, энтальпия.
6. Теплоемкость газов, виды теплоемкостей, истинная и средние теплоемкости, теплоемкости смесей идеальных газов.
7. Энтропия, вычисление изменения энтропии идеального газа для обратимых и необратимых процессов. Тепловая  $Ts$ - диаграмма.
8. Схема исследования изохорного и изобарного процесса идеального газа.
9. Схема исследования изотермного и адиабатного процесса идеального газа.
10. Политропные процессы.
11. Основные положения второго закона термодинамики, циклические процессы, термический КПД и холодильный коэффициент циклов.
12. Прямой и обратный обратимые циклы Карно, теорема Карно.
13. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Обобщенный цикл Карно.
14. Абсолютная термодинамическая и среднеинтегральная температура.
15. Физический смысл изохорно-изотермного потенциала и изобарно-изотермного потенциала. Химический потенциал.
16. Термодинамическое учение о равновесии условия равновесия.
17. Термодинамические диаграммы, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
18. Основные параметры жидкости и сухого насыщенного водяного пара, теплота парообразования  $pV$  – диаграмма водяного пара.
19. Основные параметры влажного насыщенного и перегретого пара.
20. Основные термодинамические процессы водяного пара.
21. Истечение газов, работа проталкивания, располагаемая работа, адиабатный процесс истечения газа.
22. Скорость истечения и секундный расход идеального газа из суживающегося сопла.
23. Процесс дроселирования газа, уравнение дроселирования, эффект Джоуля-Томпсона.
24. Смешение газов, изменение энтропии идеальных газов при смешении.
25. Одноступенчатый компрессор.
26. Многоступенчатый компрессор.
27. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
28. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
29. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.
30. Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме.
31. Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
32. Циклы Карно и Ренкина для водяного пара.
33. Регенеративный и бинарный циклы паротурбинной установки.
34. КПД паротурбинной установки.

35. Циклы воздушных, парозежекторных и абсорбционных паротурбинных установок.
36. Основные положения теории теплопроводности, уравнение теплопроводности.
37. Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях первого рода.
38. Основы теории конвективного теплообмена.
39. Основы теории подобия, теоремы подобия.
40. Конвективный теплообмен в вынужденном и свободном течении жидкости.
41. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.
42. Теплообмен излучением.
43. Теплообменные аппараты.
44. Тепло и массоперенос во влажных средах.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника [Текст], Лань, 2012 г
2. Редакторы: Алексей Архаров, Валерий Афанасьев Теплотехника, [Текст] МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011 г
3. Афанасьев Ю.О., Дворовенко И.И. Техническая термодинамика и теплотехника : сборник задач [Текст] Издательство кузГТУ, 2011, 96 с.

##### **4.2. Дополнительная литература**

4. Д.Л. Жуховицкий Сборник задач по технической термодинамике. Учебное пособие/ Ульяновск УлГТУ, 2004. – 96 с.
5. Кириллин В. А. Техническая термодинамика / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.
6. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин – М.: Высш. школа, 1969. – 560 с
7. Ривкин С. Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С. Л. Ривкин, А. А. Александров. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
8. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов / В. М. Гусев, Н. И. Ковалев, В. П. Попов, В. А. Потрошков, под ред. В. М. Гусева. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд., 1981. – 343 с.
9. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства газов и жидкостей. М.:ФМ, 1972, – 234 с.

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты	Свободный доступ

		образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	
2.			

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).