

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**Отделение Биотехнологий**

Утверждено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 30.08.2021 № 3-8/2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Термодинамика в биологии*

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки 06.03.01 Биология

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

Радиобиология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи изучения дисциплины:

- формировании у обучающихся способности и готовности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать для их решения соответствующий физико-химический и математический аппарат.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части и относится к дисциплинам по выбору.

Дисциплина Термодинамика в биологии относится к циклу профессиональных дисциплин. Эта дисциплина тесно связана с общим направлением специализации по радиологии и радиобиологии имеет связь со следующими дисциплинами, изученными студентами ранее: Радиобиология, Молекулярная биология, Цитология. В ней излагаются биофизические основы взаимодействия ионизирующих и неионизирующих излучений с живыми системами, описываются оригинальные принципы количественной оптимизации и прогнозирования синергического взаимодействия различных видов излучения друг с другом и с другими факторами окружающей среды. Приводятся экспериментальные данные, демонстрирующие практическое использование основ радиационной биофизики. Ряд примеров иллюстрирует применение биофизических основ радиологии для трактовки радиобиологических эффектов – зависимость реакции биологических эффектов от качества излучения, роль фактора времени в проявлении последствий радиационного воздействия, объяснение парадоксов действия радиации, действие модификаторов радиационного поражения. Знания, полученные в ходе усвоения предмета, будут полезны при изучении таких дисциплин как Молекулярная радиобиология, Биоэффекты малых доз радиации и Экспериментальные основы ядерной медицины и радиофармпрепараты

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-2	способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	Знать: - термодинамические параметры состояния идеальных и реальных веществ; -закономерности их определений. Уметь: - оценивать результаты расчетов и проводить их анализ Владеть: -навыками работы с таблицами «Теплофизических свойств» реальных веществ;

		-оценками их расчетов.
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать: - закономерности определений термодинамический параметров состояния идеальных и реальных веществ Уметь: - оценивать результаты расчетов и проводить их анализ Владеть: -навыками работы с таблицами «Теплофизических свойств» реальных веществ и оценками их расчетов

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(В14)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии, понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономические и правовые основы медицинской деятельности», «Экономические и правовые основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	- формирование исследовательского и критического мышления, культуры	Использование воспитательного потенциала дисциплин "Научно-исследовательская работа", "Методы и методология биологических исследований", "Концепции биологического

	умственного труда (В16)	образования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания, организацию самостоятельной работы обучающихся.
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	формирование понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. - формирование способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирование критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с выдающимися учеными и ведущими специалистами отраслей.

## **5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

### **5.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>64</b>	
<i>в том числе:</i>	-	-
лекции		16
практические занятия/ семинары		32
лабораторные работы		16
<i>в том числе:</i>	-	-
интерактивные формы обучения (лекции)		
интерактивные формы обучения (практические занятия/семинары)		
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
<i>в том числе:</i>	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет) часов		

ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ			
	час	108	144
	зач.ед.	3	

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Общая трудоём- кость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СРО	Формы текущего контроля успевае- мости
			Аудиторные учебные занятия			СРО		
			Лек	Сем/Пр	Лаб			
1.	<b>Введение</b>	22	4	8	2	8	Устный опрос,	
2.	<b>Первый и второй законы термодинамики</b>	14	2	4	2	6	Устный опрос, проверка домашних заданий,	
3.	<b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b>	11	1	4	2	4	Устный опрос, проверка домашних заданий,	
4.	<b>Термодинамические свойства веществ</b>	10	1	4	1	4	Устный опрос, проверка домашних заданий,	
5.	<b>Основные термодинамические процессы</b>	11	4	4	1	6	Устный опрос, проверка домашних заданий, коллоквиум	
6.	<b>Процессы течения газов и жидкостей</b>	13	1	2	4	6	Устный опрос, проверка домашних заданий,	
7.	<b>Теплосиловые газовые циклы</b>	9	1	2	2	4	Устный опрос, проверка домашних заданий.	
8.	<b>Теплосиловые паровые циклы</b>	14	2	4	2	6	Устный опрос, проверка домашних заданий, контрольная	

							работа
--	--	--	--	--	--	--	--------

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Введение</b>	Термодинамика и ее метод. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ и его законы. Понятия о смесях и о теплоемкости. Смеси идеальных газов.
2.	<b>Первый и второй законы термодинамики</b>	Теплота. Опыт Джоуля. Эквивалентность теплоты и работы. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия и внешняя работа. Уравнение первого закона термодинамики. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Цикл, понятие термического к.п.д., источники тепла. Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго закона термодинамики. Цикл Карно, теорема Карно. Энтропия, изменение энтропии в необратимых процессах. Объединенные уравнения первого и второго законов термодинамики. Обратимость и производство работы.
3.	<b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b>	Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условия устойчивости и равновесия в изолированной однородной системе. Условия фазового равновесия и фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и устойчивость фаз.
4.	<b>Термодинамические свойства веществ</b>	Термические и калорические свойства твердых тел и жидкостей. Опыты Эндрюса, критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термические и калорические свойства реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов, двухфазные системы.
5.	<b>Основные термодинамические процессы</b>	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы. Дросселирование. Адиабатное расширение реального газа в вакуум (процесс Джоуля). Процессы сжатия в компрессоре.
6.	<b>Процессы течения газов и жидкостей</b>	Основные уравнения процессов течения. Скорость звука, переход через скорость звука. Истечение из суживающихся сопел, сопло Лавалья. Адиабатное течение с трением. Температура адиабатного торможения.
7.	<b>Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок</b>	Методы анализа эффективности циклов. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах. Эксергетический метод расчета потерь работоспособности.
8.	<b>Теплосиловые газовые циклы</b>	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей
9.	<b>Теплосиловые паровые циклы</b>	Циклы Карно и Ренкина. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл. Бинарный цикл.

	Теплофикационные циклы
--	------------------------

*Практические/семинарские занятия*

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Введение</b>	Параметры состояния. Идеальные газы, уравнения состояния идеальных газов, их теплоемкости. Смеси идеальных газов.
2.	<b>Законы термодинамики</b>	Первый закон термодинамики. Правило знаков. Функции процессов и состояния. Теплота, работа расширения, внутренняя энергия, энтальпия. Уравнение теплового баланса. Второй закон термодинамики. Энтропия вещества. Процессы, циклы. Цикл Карно. Максимально полезная работа (работоспособность) или эксергия рабочего тела. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики.
3.	<b>Реальные вещества</b>	Вода и водяной пар. Равновесная парожидкостная смесь. Уравнения состояния рабочего вещества, массовое паросодержание смеси (степень сухости). $h-s$ , $T-s$ , $p-v$ воды и водяного пара.
4.	<b>Тепловые машины</b>	Циклы газотурбинных установок. Теплосиловые паровые циклы. Циклы Карно, Ренкина. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл. Теплофикационные циклы. Бинарные циклы.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. презентации курса;
2. раздаточный материал справочных таблиц;
3. электронный курс «Основы технической термодинамики» В.И.Белозеров, находящийся в свободном доступе в локальной сети ИАТЭ НИЯУ МИФИ .
4. В.И.Белозеров, Ю.А.Кузина, А.Н.Яркин лабораторный практикум по курсу «Техническая термодинамика» Обнинск, ИАТЭ, 20
5. В.И.Белозеров, А.Н.Яркин, Ю.А.Кузина. Сборник задач по курсу «Техническая термодинамика.- Обнинск, ИАТЭ, 2012, 92с.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	Разделы 1-4	<b>ОПК-2</b> Знать: -оценку степени опасности деятельности человека на стадиях исследования проектирования, производства и эксплуатации тепловых двигателей.	Контрольные работы Решение задач Коллоквиум Экзамен (первый вопрос в билете)

		<p>Уметь: - анализировать и предотвращать степень опасности производственной деятельности человека при исследовании, проектировании и эксплуатации технических объектов.</p> <p>Владеть: - методами защиты персонала от возможных аварийных ситуаций.</p>	
2.	Раздел 5-8	<p><b>ОПК-2</b></p> <p>Знать: - основные законы термодинамики; - Закономерности процессов в циклах;</p> <p>Уметь: - оценивать результаты расчетов теплотехнического оборудования тепловых машин; - оценивать принципиальные схемы циклов Карно и Ренкина для реактора АЭС.</p> <p>Владеть: - новыми информационными технологиями.</p>	<p>Контрольные работы Коллоквиум Доклады Экзамен (второй вопрос в билете)</p>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Идеальный газ. Законы идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Связь коэффициентов «а» и «в» с критическими параметрами.
3. Цикл паросиловой установки с промежуточным перегревом пара.
4. Адиабатическое течение с трением. Общие закономерности течения.
5. Дросселирование. Температура инверсии.
6. Циклы. Понятие термического к.п.д.
7. Внутренняя энергия и энтальпия.
8. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Опыты Гей-Люссака и Джоуля.
9. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном давлении. Смешанный цикл.
10. Цикл Карно. Теорема Карно. Обратный цикл Карно, Паросиловой цикл Карно.
11. Теплофикационные и бинарные циклы паросиловых установок.
12. Переход через скорость звука. Сопло Лаваля.
13. Изохорный, изобарный, изотермический процессы.
14. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном объеме.
15. Адиабатный, политропный процессы.
16. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося потока.
17. Цикл паросиловой установки с регенерацией тепла.
18. Формулировка второго закона термодинамики. Энтропия. Энтропийные диаграммы. Циклы в T-s и h-s диаграммах.

19. Сжатие газов в компрессоре.
20. Уравнение Майера.
21. Способы повышения к.п.д. паросиловых установок.
22. Влажный воздух. Основные понятия. h-d диаграмма.
23. Второй закон термодинамики для необратимых процессов. Энтропия вещества.
24. Условия устойчивости и равновесия в изолированной однородной системе.
25. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
26. Опыты Эндрюса. Критическая точка.
27. Уравнения состояния реальных веществ. Диаграммы состояния и таблицы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценивается полнота овладения теоретическими физиологическими знаниями и умение применять эти знания для описания процессов происходящих в биологических системах. Критериями оценки является:

- 1) правильность, полнота и логичность построения ответа;
- 2) умение оперировать специальными терминами;
- 3) использование в ответе дополнительного материала;
- 4) умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, приводить примеры;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к зачёту по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35. Зачёт студент получает при наборе общей суммы баллов свыше 60.

Оценку «зачтено» получают следующие студенты:

- отчитавшиеся о выполнении лабораторных работ за семестр;
- получившие положительную оценку за ответы во время устного опроса;
- получившие оценку «зачтено» за ответы на тестовые задания текущего контроля;
- давшие правильный (полный, логичный, с употреблением соответствующей терминологии и примерами) устный ответ на вопросы к зачету.

Оценку «не зачтено» получают следующие студенты:

- пропустившие лабораторные занятия без уважительной причины;
- не отчитавшиеся о выполнении лабораторных работ за семестр;
- получившие неудовлетворительные оценки за ответы во время устного опроса;
- давшие неполный, нелогичный устный ответ на вопросы к зачету, не владеющие соответствующей терминологией.

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Примеры вопросов к коллоквиуму

Вариант 1

1. Теплота. Опыты Джоуля. Эквивалентность теплоты и работы.
2. Цикл Карно. Теорема Карно.
3. В процессе политропного сжатия 3 кг двуокиси углерода к нему подводится 320 кДж тепла и затрачивается 450 кДж работы. Определить показатель политропы, изменение внутренней энергии и конечные параметры газа, если  $t_1=127^\circ \text{C}$ , а  $P_1= 0,1 \text{ МПа}$ . Изобразить процесс в P-v и T-S - диаграммах.

Вариант 2

1. Идеальный газ. Законы идеального газа. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
2. Первый закон термодинамики для движущего потока.
3. 1 кг.  $\text{CO}_2$  расширяется при постоянной температуре  $t=100^\circ \text{C}$ . При этом удельный объём газа увеличивается с  $v_1=0.5 \text{ м}^3/\text{кг}$  до  $v_2= 2.5 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Определить работу расширения по

формуле  $l = \int_{v_1}^{v_2} p dv$ , если принять что  $\text{CO}_2$  подчиняется уравнению состояния Ван-дер-Ваальса  $(p + \frac{a}{v^2}) * (v - b) = RT$ ;  $a=191 \text{ Н*м}^4/\text{кг}^2$ ,  $b= 0,984*10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Определить также работу расширения, если считать  $\text{CO}_2$  идеальным газом.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Вопрос 1 оценивается в 4 балла, если правильно написаны формулы, сформулирован правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Вопрос 2 оценивается в 6 баллов, если правильно написаны формулы, сформулирован правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Вопрос 3 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц или диаграмм данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Коллоквиум оценивает навыки овладения практическими и теоретическими знаниями анализа термодинамических процессов и циклов тепловых двигателей с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы (ПК-15)

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за коллоквиум – 20 баллов.

Если студент набрал за коллоквиум меньше 12 баллов и если отсутствовал по неуважительной причине во время коллоквиума, студент имеет возможность переписать её с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится.

### 8.2.3. Домашнее задание

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Пример домашнего задания

Вариант 1

- 1 кг пара при давлении  $P_1 = 7.4$  бар и температуре  $t = 200^\circ\text{C}$  сжимают изотермически до конечного объема  $v_2 = 0,14 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Определить конечные параметры и количество теплоты, участвующей в процессе. Изобразить процесс на любой диаграмме.
2. Избыточное давление водорода, находящегося в баллоне емкостью 40 л, в результате нагревания баллона повысилось с 140,3 бар до 15,2 МПа. Определить количество теплоты, полученное водородом, и изменение его температуры, внутренней энергии и энтальпии, если начальная температура  $17^\circ\text{C}$ , теплоемкость  $C_p = 14,05 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ . Барометрическое давление составляет 743 мм рт. ст.
3. Воздух в количестве 20 кг при температуре  $20^\circ\text{C}$  изотермически сжимается до тех пор, пока его давление не становится равным 3,65 МПа. На сжатие затрачивается работа  $L = -7,5 \text{ МДж}$ . Найти начальное давление и объем, конечный объем и теплоту, отведенную от воздуха.
4. Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина при следующих параметрах пара на входе в турбину:  $p_1 = 35$  бар и  $t_1 = 435^\circ\text{C}$ ; давление в конденсаторе  $p_2 = 0,04$  бар. Определить термический к.п.д. цикла с учетом и без учета работы насоса. Изобразить цикл на (p-v), (h-s) и (T-s) – диаграммах.

Вариант 2

1. Рассматривается изобарный процесс изменения состояния воды и водяного пара. Определить начальные и конечные параметры процесса, количество теплоты, работу, изменение внутренней энергии и энтальпии, если заданы два параметра в начале процесса и один параметр – в конце процесса:  $t_1 = 450^\circ\text{C}$ ,  $h_1 = 336 \text{ кДж/кг}$ ,  $x_2 = 1$ . Изобразить процесс на любой диаграмме.

2. В закрытом сосуде объемом  $0,8 \text{ м}^3$  находится двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) при  $p_1=2,2 \text{ МПа}$  и  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Газу сообщается  $Q_v = 4600 \text{ кДж}$  теплоты. Определить температуру и давление  $\text{CO}_2$  в конце процесса.
3. В регенеративном подогревателе газовой турбины воздух нагревается при постоянном давлении от  $t_1=130^\circ\text{C}$  до  $t_2=500^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, сообщенное воздуху в единицу времени, если расход его составляет  $250 \text{ кг/ч}$ . Ответ дать в киловаттах и в кДж/с.
4. Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальными параметрами:  $p_1=70 \text{ бар}$  и  $t_1=470^\circ\text{C}$ ; давление в конденсаторе  $p_2=30 \text{ ГПа}$ . Определить термический к.п.д. цикла с учетом работы насоса. Изобразить цикл на  $p$ - $v$ ,  $h$ - $s$ ,  $T$ - $s$  – диаграммах.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задача 1 оценивается в 4 балла, если правильно написаны формулы, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 4 балла, если правильно написаны формулы, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задачи 3,4 оцениваются в 6 баллов каждая, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Домашнее задание оценивает навыки овладения практическими и теоретическими знаниями проведения термодинамических расчетов тепловых двигателей в стационарных и нестационарных режимах работы (ПК-15).

*Контрольная работа:*

Примеры контрольной работы:

Вариант 1

1. При пуске двигателя сжатым воздухом давление в пусковом баллоне уменьшается с 60 до 45 бар. Определить массу воздуха, израсходованного на пуск двигателя, если объем воздушного баллона 60л, а температура воздуха равна  $30^\circ\text{C}$ .

2. В изобарном процессе температура азота изменяется с  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 400^\circ\text{C}$ . Давление газа в процессе равно  $0,5 \text{ МПа}$ , его начальный объем  $V_1=4\text{м}^3$ . Определить  $Q$ ,  $L$  и  $\Delta U$ . Теплоемкость газа не зависит от температуры.

Вариант 2

1. Определить максимальную работу 1 кг кислорода при давлении  $p_1 = 25 \text{ бар}$  и температуре  $T_1 = 700\text{К}$ , если параметры внешней среды  $p_0 = 100\text{кПа}$  и  $T_0=400\text{К}$ . Теплоемкость воздуха определить согласно молекулярно-кинетической теории.

2. При адиабатном сжатии воздуха его объем уменьшается в 15 раз. Определить  $p_2$ ,  $t_2$  и удельную работу, если начальное давление и температура воздуха равны  $p_1 = 1\text{бар}$  и  $t_1 = 120^\circ\text{C}$ .

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за контрольную работу – 20 баллов.

Если студент набрал за контрольную работу меньше 12 баллов и если отсутствовал по неуважительной причине во время контрольной работы, студент имеет возможность переписать её с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится

#### 8.2.4. Коллоквиум

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вопросы к коллоквиуму

1. Параметры состояния, понятие об интенсивных и экстенсивных величинах.
2. Понятие о термодинамическом процессе, равновесные и неравновесные процессы. Термодинамические системы: изолированные, закрытые, открытые.

3. Идеальный газ, законы идеального газа.
4. Понятие о чистых веществах и смесях. Определение состава смеси.
5. Смеси идеальных газов. Объемные и массовые доли смеси. Закон Дальтона.
6. Кажущаяся молекулярная масса смеси и ее газовая постоянная.
7. Понятие о теплоемкости, средняя и истинная теплоемкость. Массовая, мольная и объемная теплоемкости, их связи. Зависимость теплоемкости от процесса.
8. Теплота, опыты Джоуля. Эквивалентность теплоты и работы.
9. Закон сохранения и превращения энергии, внутренняя энергия и внешняя работа, опыты Гей-Люссака-Джоуля.
10. Энтальпия, уравнение Майера.
11. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
12. Циклы. Понятие термического к.п.д. Источники тепла.
13. Обратимые и необратимые процессы.
14. Формулировки второго закона термодинамики. Цикл Карно. Теорема Карно.
15. Энтропия. Интеграл Клаузиуса. Регенеративный цикл.
16. Объединенные уравнения первого и второго законов термодинамики.
17. Обратимость и производство работы.
18. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

7-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

4-6 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

Коллоквиум оценивает навыки овладения теоретическими знаниями анализа тепловых машин с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы (ПК-18)

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за коллоквиум – 20 баллов.

Каждому студенту задается 2 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к коллоквиуму. Каждый вопрос оценивается от 0 до 10 баллов.

Если студент набрал за коллоквиум меньше 12 баллов и если отсутствовал по неуважительной причине во время контрольной работы, студент имеет возможность переписать её с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится.

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

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
  - Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
  - Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
  - Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
    - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
    - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	3	60% от М1	М1
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	5	60% от М2	М2
<i>Оценочное средство № 1.3</i>	7	60% от М3	М3
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	10	60% от Т1	Т1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	13	60% от Т2	Т2
<i>Оценочное средство № 2.3</i>	16	60% от ТУ	Т3
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Зачет/	-		
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	-	60% от К1	К1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	-	60% от К2	К2
<i>Оценочное средство № 2.3</i>	-	60% от КР	К3
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае

обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) основная учебная литература:*

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М., МЭИ, 2008г.
2. Белозеров В.И. Основы технической термодинамики. Обнинск, ИАТЭ, 2006.
3. Кудинов В.А. Техническая термодинамика. М., Высшая школа, 2003.
4. Белозеров В.И., Яркин А.Н., Кузина Ю.А.. Сборник задач по курсу “Техническая термодинамика” (Учебное пособие для студентов), - Обнинск, ИАТЭ, 2012г., 92с.
5. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М., МЭИ, 1999 г.

### *б) дополнительная учебная литература:*

1. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика. – М., Машиностроение, 1972 г.
2. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. – М., Энергоатомиздат, 1984 г.
3. Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. Инженерные расчеты ядерных реакторов. - М., Атомиздат, 1964г., 716с.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. E-learning for Nuclear Newcomers  
[<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning/index.html> Режим доступа: 29.05.2014].
2. Росатом - корпорация знаний [<https://www.youtube.com/user/MirnyAtom> Режим доступа: 29.05.2014].
3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний  
[[http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya\\_atoma/defDocument](http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocument) Режим доступа: 29.05.2014].

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении курса «Радиационная биофизика» необходимо руководствоваться дидактическими единицами, представленными в образовательном стандарте дисциплины и учебной программой, составленной согласно Стандарту.

Программа предусматривает:

**Лекции:** 34 часа (2 часа в неделю)

### **Организация деятельности студента:**

- По темам всех лекций имеются презентации.
- Отдельно старосте группы выдается список рекомендуемой литературы, имеющейся в библиотеке ИАТЭ, для изучения тем по курсу.

Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксирует основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечает важные мысли, выделяет ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий 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.

### **Практические занятия:** 34 часа (2 часа в неделю)

Семинарские занятия призваны научить студентов разбираться в проблемных вопросах физиологии человека и животных, ориентироваться в специальной литературе, самостоятельно работать с литературными и электронными источниками, научиться осуществлять поиск физиологической информации, уяснять и уметь оценивать различные точки зрения.

Целью семинарских занятий для студентов, приступающих к изучению курса, является: более глубокое знакомство с ключевыми теоретическими вопросами, изучаемыми на занятиях.

Основные задачи:

1) обретение навыков научно-исследовательской работы на основе анализа текстов источников и применения различных методов исследования; 2) выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу, включая библиографию и средства электронной информации (Интернет);

### **Организация деятельности студента:**

В начале каждого семестра студенты получают план семинарских занятий, список тем для подготовки к докладам, а также проведению занятий в интерактивных формах.

Для подготовки к занятиям необходимо пользоваться рекомендациями по оформлению рефератов и подготовки докладов.

### **Контрольные работы:**

Подготовка предполагает проработку лекционного материала, составление в рабочих тетрадях вспомогательных схем для наглядного структурирования материала с целью упрощения его запоминания. Обращать внимание на основную терминологию, классификацию, отличительные особенности, наличие соответствующих связей между отдельными процессами.

### **Подготовка доклада к семинарскому занятию**

Основные этапы подготовки доклада

- выбор темы;
- консультация преподавателя;
- подготовка плана доклада;
- работа с источниками и литературой, сбор материала;
- написание текста доклада;
- оформление рукописи и предоставление ее преподавателю до начала доклада, что определяет готовность студента к выступлению;
- выступление с докладом, ответы на вопросы.

Тематика доклада предлагается преподавателем. Доклад может быть подготовлен как в печатной, так и в рукописной форме.

Технические требования к тексту доклада: шрифт 14, интервал 1,5, объем – 3 листа.

Текст доклада должен иметь титульный лист, и содержать Ф.И.О. студента, Ф.И.О. преподавателя, название предмета, тему доклада, год выполнения, план доклада. Доклад должен содержать правильно оформленные ссылки на использованные источники и литературу.

Студент должен провести домашнюю репетицию устного выступления с докладом и удостовериться, что по времени доклад укладывается в отведенные для него 6-7 минут.

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и

ответы на вопросы также до 2-х баллов (характеристика оценки устного выступления дана выше). Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4-х баллов.

#### **Самостоятельная работа: 40 часов**

- Студенты самостоятельно прорабатывают материал по предложенным темам. Форма отчетности – конспект. Материал входит в вопросы промежуточного, текущего и итогового контроля.

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций, конспектирование монографий и научных статей по темам семинарских занятий.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к семинарским занятиям должны быть выполнены аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (т.е. создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных, значимых мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение проблемных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые содержат и доказательства).

Конспекты лекций и научной литературы в обязательном порядке проверяются преподавателем либо во время семинарского занятия, либо во внеаудиторное время (по усмотрению преподавателя).

За конспект студент может получить от 0,5 до 2-х балла.

#### **Итоговый контроль: зачет**

- Вопросы к экзамену выдаются студентам в электронном и распечатанном виде в начале семестра.

Подготовка к экзамену требует более тщательного изучения материала по теме или блоку тем, акцентирования внимания на определениях, терминах, содержании понятий, датах, именах, характеристиках отдельных событий. Как правило, при подготовке к тестированию и экзамену используется основной учебник, рекомендованный в рабочей программе, а также конспекты лекций и научной литературы, составленные в ходе изучения всего курса.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- аудитория для лекционных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и экраном;

### **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

#### ***14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

Компетентностный подход при освоении дисциплины реализуется через использование в учебном процессе активных методов обучения – таких взаимных действий преподавателя и обучающихся, которые побуждают последних к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения изучаемым материалом. Применение интерактивных режимов обучения позволяет выстраивать взаимонаправленные информационные потоки: студент – группа студентов – преподаватель.

Используются следующие виды деятельности:

- 1) Практико-ориентированная деятельность – совместная деятельность подгруппы обучающихся и преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем выполнения лабораторных работ. Позволяет сформировать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи разной направленности.
- 2) Технология использования разноуровневых заданий – различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивный уровень, позволяет оценить и диагностировать знание фактического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивный уровень позволяет оценить и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческий уровень позволяет оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

3) Традиционные технологии (информационные лекции) – создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями.

В интерактивных режимах по дисциплине проводятся:

– **Рефлексия** (лекции) – 4 часа.

В конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лекции, собственный кругозор и эрудицию.

– **Проблемный семинар** (практические занятия) – 20 часов.

Формируются навыки использования методов моделирования и анализа при решении конкретных задач. Организуется беседа преподавателя и студентов для обсуждения результатов работы, формулирования обобщений и закономерностей.

Всего аудиторных занятий в интерактивной форме – 24 часа (50 % от аудиторных занятий).

**14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

*Темы для самостоятельного занятия:*

1. Термические и калорические параметры состояния системы и их единицы измерения.
2. Первый и второй законы термодинамики.
3. Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы.
4. Термодинамические свойства веществ.
5. Основные термодинамические процессы.
6. Процессы течения газов и жидкостей.
7. Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок.
8. Теплосиловые газовые и паросиловые установки.

Вопросы для самоконтроля

1. Размерности параметров состояния.
2. Чему равна изобарная теплоемкость воздуха и не кипящей воды?
3. В чем отличие удельных параметров от полных?
4. Как выглядит цикл паросиловой установки на T-s и h-s диаграммах?
5. Может ли осуществиться переход вещества из твердого состояния в газообразное?

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил (а) (и):**

....

**Рецензент (ы):**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы «Радиобиология» по направлению подготовки 06.03.01. Биология «___» _____ 20__ г. _____ Л.Н.Комарова</p> <p>Начальник отделения биотехнологий «___» _____ 20__ г. _____ А.А.Котляров</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------