

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)

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

протокол от 25.08.2025 г. №25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Терминология в биологии

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.03.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Термодинамика в биологии» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Термодинамика в биологии» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

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

1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	способен формулировать задачу исследования, адекватно задаче выбирать объект и использовать современные методы исследования, выбирать диагностически значимые показатели	З-ПК-2 Знать: современные концепции и направления развития научных знаний в своей профессиональной области, современные методы исследований У-ПК-2 Уметь: формулировать задачу исследования, исходя из поставленной цели, подбирать объекты исследования и значимые показатели В-ПК-2 Владеть: информацией, подбора объектов и методов исследования в своей профессиональной области
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация			
1.	Разделы 1-4	З-ПК-2 Знать: современные концепции и направления развития научных знаний в своей профессиональной области, современные методы исследований У-ПК-2 Уметь: формулировать задачу исследования, исходя из поставленной цели, подбирать объекты исследования и значимые показатели В-ПК-2 Владеть: информацией, подбора объектов и методов исследования в своей профессиональной области З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь:	КР ДЗ Коллоквиум ЛР

		использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами	
2.	Разделы 5-8	З-ПК-2 Знать: современные концепции и направления развития научных знаний в своей профессиональной области, современные методы исследований У-ПК-2 Уметь: формулировать задачу исследования, исходя из поставленной цели, подбирать объекты исследования и значимые показатели В-ПК-2 Владеть: информацией, подбора объектов и методов исследования в своей профессиональной области З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные	КР ДЗ Коллоквиум ЛР

		числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами	
Промежуточная аттестация			
	зачет	З-ПК-2 Знать: современные концепции и направления развития научных знаний в своей профессиональной области, современные методы исследований У-ПК-2 Уметь: формулировать задачу исследования, исходя из поставленной цели, подбирать объекты исследования и значимые показатели В-ПК-2 Владеть: информацией, подбора объектов и методов исследования в своей профессиональной области З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи	Зачетный билет

		математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами	
--	--	--	--

В столбце 2 перечисляются темы/разделы дисциплины полностью или объединенные группами в строгом соответствии с рабочей программой дисциплины.

В столбце 3 по каждой теме/разделу или группе тем/разделов указываются компетенции или части компетенций из п.1 «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине...», которые должны быть сформированы у обучающихся при изучении темы/раздела или группы тем/разделов.

В столбце 4 по каждой теме/разделу или группе тем/разделов указываются оценочные средства (деловая и/или ролевая игра, кейс-задача, коллоквиум, контрольная работа, круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, портфолио, проект, рабочая тетрадь, разноуровневые задачи и задания, расчетно-графическая работа, индивидуальные домашние задания, реферат, доклад, сообщение, собеседование, творческое задание, тест, тренажер, эссе и т.д.), которыми контролируются сформированность компетенций или их частей по темам/разделам дисциплины.

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	18	30
	Оценочное средство № 1.1 «Контрольная работа»	6	10
	Оценочное средство № 1.2 «Домашняя работа»	3	5
	Оценочное средство № 1.3 «Коллоквиум»	3	5
	Оценочное средство № 1.4 «Отчеты по лабораторным работам»	6	10
	Контрольная точка № 2	18	30
	Оценочное средство № 2.1 «Контрольная работа»	6	10
	Оценочное средство № 2.2 «Домашняя работа»	3	5

	Оценочное средство № 2.3 «Коллоквиум»	3	5
	Оценочное средство № 2.4 «Отчеты по лабораторным работам»	6	10
Промежуточный	Зачет	24	40
	Зачетный билет		
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Отчет по лабораторным работам включает опрос студентов и проводится на каждом лабораторном занятии в его начале и затрагивает как тематику занятия, так и лекционный материал. О вопросах, которые будут обсуждаться на занятии, студент имеет представление из материала методических пособий для проведения лабораторных работ. Полноценный ответ во время устного опроса является допуском студента к выполнению лабораторной работы.

Контрольные работы по разделам проводятся на лабораторных занятиях и включают вопросы по предыдущим разделам. Отчет по лабораторным работам включает комплект оформленных биологических рисунков и иных материалов лабораторной работы, а также ответ на три случайно выбранных вопроса из девяти, указанных в методических пособиях после описания каждой из работ.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета. Элементом допуска студента к зачету является, помимо выполненных и защищенных лабораторных работ, предоставление им конспектов по нескольким темам для самоподготовки в семестре, сдача контрольных работ и коллоквиума.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений, приводить примеры практического использования знаний (например, применять их при работе с микропрепаратами), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

Оценочные средства промежуточного контроля

Зачет по дисциплине «Термодинамика в биологии» проводится в конце семестра. Допуском к зачету является выполнение студентом лабораторных работ семестра и предоставление по ним отчетов, а также предоставление конспекта по теме самоподготовки и сдача контрольных работ и коллоквиума. Во время экзамена студент случайным образом «вытягивает» зачетный билет и отвечает на его вопросы: конспективно – на зачетном листе, а также устно.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

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

Отделение Биотехнологий

Направление/
Специальность

06.03.01 «Биология»

Профиль/
Специализация

«Биомедицинские исследования»

Дисциплина

Термодинамика в биологии

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

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 Лавалья.
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.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 24-40	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
Незачтено 23 и меньше	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

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;

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 контрольной работы 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.

Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении обучения на каждой лабораторной работе.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса перед выполнением лабораторных работ, отчетов по лабораторным работам, тестов, решения ситуационных задач, контрольных работ и зачета по препаратам.

Оценочные средства №1.1 и 2.1 «Контрольная работа»

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

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

Отделение Биотехнологий

Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине Термодинамика в биологии
(наименование дисциплины)

Контрольная работа № 1 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 30⁰С.

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 МПа, его начальный объем $V_1 = 4\text{ м}^3$. Определить Q, L и ΔU . Теплоемкость газа не зависит от температуры.

Контрольная работа № 1 вариант 2

Вариант 2

1. Определить максимальную работу 1 кг кислорода при давлении $p_1 = 25$ бар и температуре $T_1 = 700\text{K}$, если параметры внешней среды $p_0 = 100\text{кПа}$ и $T_0 = 400\text{K}$. 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 – 10 баллов.

Если студент набрал за контрольную работу меньше 6 баллов и если отсутствовал по уважительной причине во время контрольной работы, студент имеет возможность переписать её.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии оценки
10 баллов «отлично»	1) полное раскрытие темы; ответы на все вопросы

	2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий;
8-9 баллов «Хорошо»	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; ответы даны не на все вопросы 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий, кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
6-7 баллов «Удовлетворительно»	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
0–5 баллов «Неудовлетворительно»	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок;

Контрольная работа проводится 2 раз в семестре по расписанию, устанавливаемому деканатом. Она проводится в форме тестов или решении задач по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу. Время проведения контрольной работы - не более 20-30 мин на работу. Для повышения эффективности данной формы контроля необходимо использовать несколько их вариантов.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за контрольную работу – 10 баллов.

Если студент набрал за контрольную работу меньше 6 баллов и, если отсутствовал по уважительной причине во время контрольной работы, студент имеет возможность переписать.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

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

Отделение Биотехнологий

Комплект заданий для выполнения домашнего задания

по дисциплине Термодинамика в биологии
(наименование дисциплины)

Вариант 1

1. 1 кг пара при давлении $P_1 = 7.4$ бар и температуре $t = 200^\circ\text{C}$ сжимают изотермически до конечного объема $v_2 = 0,14$ м³/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°C , теплоемкость $C_p = 14,05$ кДж/кг.К. Барометрическое давление составляет 743 мм рт. ст.
3. Воздух в количестве 20 кг при температуре 20°C изотермически сжимается до тех пор, пока его давление не становится равным 3,65 МПа. На сжатие затрачивается работа $L = -7,5$ МДж. Найти начальные 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: $t_1 = 450^\circ\text{C}$, $h_1 = 336$ кДж/кг, $x_2 = 1$. Изобразить процесс на любой диаграмме.
2. В закрытом сосуде объемом 0,8 м³ находится двуокись углерода (CO_2) при $p_1 = 2,2$ МПа и $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Газу сообщается $Q_v = 4600$ кДж теплоты. Определить температуру и давление 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 кг/ч. Ответ дать в киловаттах и в кДж/с.

4. Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальными параметрами: $p_1=70$ 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 1 балла, если правильно написаны формулы, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 1 балла, если правильно написаны формулы, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задачи 3,4 оцениваются в 1,5 балла 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

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за домашнее задание – 5 баллов.

Если студент набрал за домашнее задание меньше 3, то он имеет возможность переписать её.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

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

Отделение Биотехнологий

Вопросы для коллоквиумов

по дисциплине Термодинамика в биологии
(наименование дисциплины)

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):

Критерии оценки:

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания

Отметка «отлично» (в баллах – 5) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;

- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от – 4) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах - 3) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах от _0_ до __2_) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

Максимальная сумма баллов за коллоквиум – 5 баллов.

Каждому студенту задается 2 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к коллоквиуму.

Если студент набрал за коллоквиум меньше 3 баллов и если отсутствовал по уважительной причине во время коллоквиума, то студент может его пересдать

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

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

Отделение Биотехнологий

Лабораторная работа

по дисциплине Термодинамика в биологии
(наименование дисциплины)

Тема «Определение теплоты перехода воды в пар при постоянной температуре кипения»

Цель работы: ознакомление с фазовыми переходами первого рода. – определение удельной теплоты парообразования воды.

Основные сведения

Химические системы могут быть гомогенными – т.е. физически однофазными. Например, это вода и водяной пар, взятые по отдельности. Но если водяной пар находится под поверхностью воды, то система (пар + вода) называется гетерогенной. По определению, фаза – это гомогенная часть гетерогенной системы, ограниченная поверхностью раздела. Пар над поверхностью воды является паровой фазой H_2O , а вода – жидкой фазой H_2O .

Фазовым переходом называется изменение фазового или агрегатного состояния вещества без изменения химического состава. Фазовые переходы первого рода характеризуются тем, что при их осуществлении поглощается или выделяется теплота. Это процессы плавления и кристаллизации, испарения и конденсации и т.д.

В данной работе изучаются процессы парообразования и конденсации. Для того чтобы испарение жидкости происходило при постоянной температуре к жидкости необходимо подводить определённое количество теплоты. Величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо подвести к единице массы жидкости для превращения её в пар при постоянной температуре называется удельной теплотой перехода жидкости в пар. Она измеряется в Дж/кг и обычно обозначается как r . Теплота, подводимая к жидкости при изотермическом испарении, идёт на работу по преодолению сил молекулярного притяжения (внутренняя теплота перехода жидкости в пар) и на работу против внешнего давления (внешняя теплота перехода). Работа A_1 , совершаемая против сил молекулярного притяжения при испарении единицы массы жидкости, численно равна разности удельных внутренних энергий гетерогенных фаз – пара и жидкости. Следовательно,

$$A_1 = U_{\text{п}} + U_{\text{ж}},$$

где $U_{\text{п}}$ и $U_{\text{ж}}$ – соответственно удельная внутренняя энергия пара и жидкости. Работа, совершаемая против внешнего давления при испарении единицы массы жидкости. Определяется соотношением:

$$A_2 = P (V_{\text{п}} - V_{\text{ж}}),$$

где P – внешнее давление, $V_{\text{п}}$ – удельный объём пара, $V_{\text{ж}}$ – удельный объём жидкости.

При этом удельная теплота перехода жидкости в пар равна сумме внутренней и внешней теплоты фазового перехода

$$r = A1 + A2$$

$$\text{или } r = U_{\text{п}} + U_{\text{ж}} + P (V_{\text{п}} - V_{\text{ж}}).$$

Если при переходе из жидкости в пар одной молекулы против сил молекулярного сцепления совершается работа равная $A1e$, то при испарении единицы массы из жидкости в пар перейдёт молекул (NA/μ), то:

$$r = A1e (NA/\mu) + P (V_{\text{п}} - V_{\text{ж}}),$$

здесь NA – число Авогадро, μ – молекулярная масса жидкости.

С увеличением температуры удельная теплота перехода жидкости в пар убывает, с уменьшением – возрастает. В критическом состоянии различие между жидкостью и её насыщенным паром исчезает, и удельная теплота перехода обращается в ноль.

Отдаваемая нагревателем теплота идёт на превращение воды в пар при температуре кипения и на нагрев окружающей среды вследствие теплообмена между ней и колбой. В стационарном режиме тепловые потери за единицу времени постоянны, а, следовательно, постоянно и количество теплоты, расходуемое за единицу времени на превращении воды в пар. При этом:

$$(U2/R) \tau = Q_{\text{п}} + q$$

где $Q_{\text{п}}$ – количество теплоты, идущее на образование пара в течение времени τ , q – тепловые потери за то же время, U – напряжение, подаваемое на нагреватель, R – его электрическое сопротивление при температуре кипения воды.

Тщательные измерения показали, что сопротивление нагревателя слабо зависит от температуры и при $t = 100^\circ\text{C}$ составляет величину $R = 22,5 \pm 0,5 \text{ Ом}$, при 20°C $R = 22,7 \text{ Ом}$.

Порядок проведения измерений

Если за время τ_1 испарилось количество воды, массой m_1 , то:

$$(112 \cdot R) \tau_1 = r_1 m_1 + q_1,$$

где r – удельная теплота перехода воды в пар при температуре кипения при атмосферном давлении.

Труднее всего определить тепловые потери. Поэтому для исключения их из вычислений эксперименты повторяются при другой мощности, подаваемой на нагреватель. При увеличении расход пара, образующегося за единицу времени будет иной и для обеспечения его полной конденсации необходимо соответственно изменить скорость потока охлаждающей воды в конденсаторе. С соблюдением выше указанных действий можно принять тепловые потери во всех последующих экспериментах равными тепловым потерям в первом опыте $q_i = q_1$.

Ошибку измерений можно значительно уменьшить, увеличив число измерений. В данной работе предлагается повторять опыты при нескольких значениях мощности, подаваемой на нагреватель с одним и тем же временем измерения

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 \dots = \tau.$$

По результатам нескольких экспериментов вычислить r и его среднее значение.

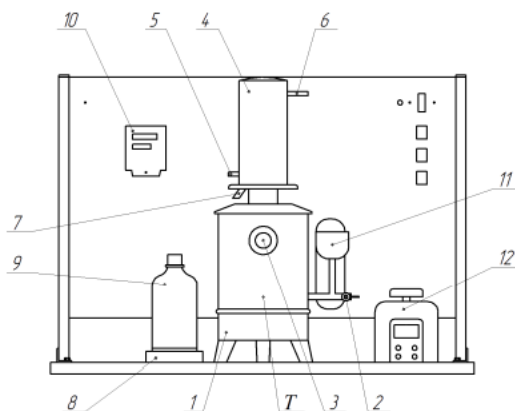


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки.

- 1 – нижняя часть дистиллятора, 2 – сливной кран, 3 – смотровое окно,
4 – верхняя часть дистиллятора, 5 – вход охлаждающего контура, 6 – выход
охлаждающего контура, 7 – выход конденсата, 8 – весы, 9 – мерная емкость,
10 – измеритель ТРМ 200, 11 – заливочное устройство,
12 – регулятор напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания, заготовить форму отчета о проведенной работе, в которую внести название и цель работы, основные сведения об изучаемых процессах, схему экспериментальной установки, заготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
2. Залить дистиллятор чистой водой до уровня смотрового окна.
3. Открыть подачу воды и проверить герметичность соединений.
4. Плотно закрыть верхнюю часть дистиллятора.
5. Запустить программу «Парообразование»
6. Включить питание стенда в сеть с помощью автомата на лицевой панели стенда.
7. Включить нагреватель кнопкой «ВК1».
8. Вывести ручкой «регулятора напряжения» нагреватель на режим, чтобы напряжение было равно 220 В.
9. Установить трубку слива конденсата в мерную емкость.
10. Установить мерную емкость на весы.
11. Дождитесь кипения воды в дистилляторе и установления температуры кипения 100 °С.
12. Отрегулировать расход воды в конденсаторе, так, чтобы шланги оставались холодными.
13. Включить весы и одновременно засечь время в программе измерений.
14. Набрать 200-240 мл конденсата и остановить отсчет времени, полученные данные занесите в таблицу 1.
15. Переключайте режимы нагрева с помощью регулятора мощности и повторите пункты 9-12.
16. Определить теплоту парообразования:
17. Определить значения r , Дж/кг и q , Вт из графика.
18. Сравнить полученное значение теплоты парообразования со справочными данными.
19. Определить абсолютные и относительные погрешности измерений r , q , σ .
20. По справочным таблицам зависимости температуры кипения воды определить давление.
21. Рассчитать внешнюю удельную теплоту перехода воды в пар при температуре кипения, измеренной в эксперименте
22. Определить внутреннюю теплоту перехода воды в пар. 6
23. Вычислить работу, совершаемую против сил молекулярного протяжения при переходе одного грамма воды из жидкой фазы в парообразную.

Таблица 1 – Результаты измерений и вычислений при $\tau = \text{const}$ (300 с).

№ п/п	Сила тока на нагревателе I , А	Сопротивление нагревателя R , Ом	Мощность, $P = I^2 \cdot R$, Вт	Количество затраченной энергии Q , Дж	Масса конденсата m , г	Теплота парообразования r , Дж/г
1.		22,7				
2.		22,7				
3.		22,7				
4.		22,7				
5.		22,7				

Контрольные вопросы

1. Какие виды химических систем вы знаете? Охарактеризуйте каждую из них.
2. Объясните понятие «фазовый переход» и приведите примеры.
3. Для чего необходим подвод теплоты при изотермическом выпаривании?
4. От каких параметров зависит количество теплоты и каким образом?

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 10 баллов	Студент должен: -самостоятельно выполнить задания - правильно оформить рисунки -правильно сделать подписи к рисункам -уметь анализировать и обсуждать результаты задания -умение формулировать выводы/заключение -правильно ответить на устный опрос
Хорошо с 8 до 9 баллов	Студент должен: -самостоятельно выполнить задания - правильно оформить рисунки -допускаются некоторые недочеты в подписи к рисункам -уметь анализировать и обсуждать результаты задания -неточности в формулировании выводов/заключения -неточность в ответе на устный опрос
Удовлетворительно с 6 до 7 баллов	Студент должен: -самостоятельно выполнить задания - правильно оформить рисунки -допускаются некоторые недочеты в подписи к рисункам -уметь анализировать и обсуждать результаты задания -неточности в формулировании выводов/заключения -неточность в ответе на устный опрос
Неудовлетворительно 0-5 баллов	Студент должен: -полное невыполнение задания -или неправильное оформление подписей к рисункам -полное отсутствие анализа и обсуждения результатов задания -неверное формулирование выводов/заключения -неверный ответ на устный опрос

- 1) самостоятельность выполнения задания
- 2) правильность оформления задания
- 3) умение анализировать и обсуждать результаты задания
- 4) умение формулировать выводы/заключение

в) описание шкалы оценивания

Бальная: от 0 до 10 баллов

Работа считается выполненной, в случае если студент набрал 6 балла.

Выполнение критериев 1, 2 - является обязательным, выполняются самостоятельно.

В критериях 3, 4 допустимы недочеты. Процесс представления результатов допускает формулировку правильного ответа в ходе собеседования с преподавателем.

Студенты, не посещавшие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя.