

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**

**Физико-технический факультет**

**Кафедра теплофизики и технической физики**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физико-технического  
факультета, асс.профессор

Бейсен Н.А.

от « » июнь 2025 г. протокол № \_\_

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы физики реального газа и жидкости»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**«6B05303 – Техническая Физика»**

Курс -3

Семестр - 6

Количество кредитов - 6

Отделение – русское

Лекция – 2

Семинар – 2

Алматы 2026 г.

Силлабус составлен доцентом, к.ф-м.н. Айткожаевым А.З. на основании образовательной программы «6В05303 – Техническая Физика».

Рассмотрена и рекомендована на заседании кафедры теплофизики и технической физики

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г., протокол №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Болегенова С.А.

## СИЛЛАБУС

<b>Автор:</b>	Айткожаев А. З.		
<b>Факультет преподавателя:</b>	Физико-технический;		
<b>Кафедра преподавателя:</b>	Теплофизики и технической физики;		
<b>Наименование:</b>	Основы физики реального газа и жидкостей		
<b>Дисциплина:</b>	Основы физики реального газа и жидкостей		
<b>Цель дисциплины:</b>	Цель: Формирование знаний об основах физики реального газа и жидкости, о силах и потенциалах межмолекулярного взаимодействия, об уравнениях состояния реального газа и жидкости, о фазовых превращениях и явлениях переноса. Содержание: Реальный газ. Модельные потенциалы взаимодействия молекул. Теоретические и экспериментальные изотермы реального газа. Критические величины. Эффект Джоуля – Томсона. Температура инверсии.		
<b>Общее количество Кредитов:</b>	6,00		
<b>Академический год</b>	2025		
<b>Образовательная программа</b>	Группа №: 1717894 (Образовательная программа: 6В05303 Техническая физика, Уровень обучения: Первое высшее образование, Семестр: 6, Курс обучения: -1, Языковое отделение: русское);		
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО):</b>	5		
<b>Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП):</b>	7		
<b>Формат обучения:</b>	Онлайн		
<b>Цикл, Компонент цикла:</b>	Б, КпВ		
<b>Виды лекций:</b>	Информационная, проблемная, аналитическая лекция		
<b>Виды практических занятий:</b>	Решение задач		
<b>Формат экзамена:</b>	онлайн		
<b>Форма и место проведения итогового контроля:</b>	ИС UNIVER, Устный		
<b>Лектор(ы):</b>	<b>Ф.И.О.</b> Айткожаев Абдуает Зайтович	<b>Номер мобильного телефона</b> 87082205601	<b>Email</b> ajtkozhaev@inbox.ru
<b>Ассистенты:</b>	<b>Ф.И.О.</b> Айткожаев Абдуает Зайтович	<b>Номер мобильного телефона</b> 87082205601	<b>Email</b> ajtkozhaev@inbox.ru
<b>Тип контроля:</b>	[ПК1 + ПК2 + Экз] (100)		
<b>Соавторы:</b>			

Ожидаемые результаты обучения(РО)*	Индикаторы достижения РО(ИД)
Демонстрировать знание основных методов исследования, фундаментальных понятий, определений и моделей, используемых в физике реального газа и жидкости.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Объясняет физический механизм явлений, происходящих в реальных газах и жидкостях.</li> <li>Обсуждает основы термодинамики равновесных процессов, явления переноса, модели реальных газов и жидкостей, фазовые переходы.</li> <li>Формулирует постановку и методику проведения экспериментального исследования физических явлений и процессов, происходящих в реальных газах и жидкостях, на основе знаний универсальных законов молекулярной физики и термодинамики.</li> </ol>
Применять физические понятия и законы для оценки и прогнозирования поведения реальных газов и жидкостей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Анализирует изменение термодинамических параметров в рассматриваемых процессах.</li> <li>Решает типовые задачи с применением основных законов и методов термодинамики и статистической физики.</li> <li>Делает выводы на основе экспериментальных данных.</li> </ol>
Анализировать относящиеся к дисциплине методики и технологии при решении физических задач и выполнении лабораторных заданий.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Применяет и сравнивает методы измерения основных макропараметров молекулярных систем.</li> </ol>

Ожидаемые результаты обучения(РО)*	Индикаторы достижения РО(ИД)
	<p>2. Интерпретирует закономерности, получаемые при решении типовых задач и выполнении лабораторных заданий.</p> <p>3. Сравнивает результаты экспериментальной и теоретической естественнонаучной информации, полученной при изучении различных явлений.</p>
<p>Владеть статистическими и термодинамическими подходами для описания реальных газов и жидкостей.</p>	<p>1. Применяет основные законы физики реального газа и жидкости к анализу конкретных явлений, в которых силы межмолекулярного взаимодействия играют важную роль.</p> <p>2. Обсуждает изопараметрические кривые реального газа, особенно для уравнения Ван-дер-Ваальса, обосновывает температурную зависимость второго вириального коэффициента для простейших потенциалов межмолекулярного взаимодействия, дает оценку кривых фазового превращения однокомпонентного вещества.</p> <p>3. Оценивает потенциалы межмолекулярного взаимодействия, основные положения статистической теории плотных газов и жидкостей.</p> <p>4. Обосновывает методы получения уравнений состояния для реального газа и жидкости и наиболее распространенные формы этих уравнений, основные закономерности фазовых превращений.</p>
<p>Оценивать структуру и математическую форму основных уравнений физики реального газа и жидкости.</p>	<p>1. Обосновывает особенности использования основных уравнений физики реального газа и жидкости при описании различных явлений.</p> <p>2. Делает оценку решения основных уравнений и закономерностей физики реального газа и жидкости для реальных процессов с учетом начальных условий и некоторых допущений.</p>

**Пререквизиты:**

Физические основы механики, Математический анализ, Молекулярная физика, Прикладная теплофизика, Дифференциальные и интегральные уравнения, Техническая термодинамика

**Постреквизиты:**

3D моделирование физических процессов, Основы криоинженерии

Тип	Образовательные ресурсы
<p><b>Литература: основная</b></p>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Молекулярная физика и термодинамика. Том 1. – СПб. [и др.]: Лань, 2019. – 432 с.</p> <p>2. Иродов Е.И. Физика макросистем. Основные законы. – М.: Лаб. знаний, 2019. – 207 с.</p> <p>3. Павлов А.М. Физика реальных газов и жидкостей: учебное пособие. – Алматы: CyberSmith, 2021. – 236 с.</p> <p>4. Баранов А.В. Механика жидкости и газа: учебное пособие. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 176 с.</p> <p>5. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: учебное пособие для вузов. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 480 с.</p>
<p><b>дополнительная</b></p>	<p>1. Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. – М.: ИЛ, 1961. – 930 с.</p> <p>2. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. – М.: Изд-во АН СССР, 1977. – 592 с.</p>
<p><b>Исследовательская инфраструктура</b></p>	<p>1.</p> <p>2. По некоторым темам курса возможна экспериментальная демонстрация, представленная в 235, 243 и 249 аудиториях физико-технического факультета КазНУ им. аль-Фараби.</p>
<p><b>Профессиональные научные базы данных</b></p>	<p>1. <a href="http://www.thermalfluidscentral.org">www.thermalfluidscentral.org</a></p> <p>2. <a href="https://webbook.nist.gov/chemistry/">https://webbook.nist.gov/chemistry/</a></p>

Тип	Образовательные ресурсы
Интернет-ресурсы	1. <a href="http://elibrary.kaznu.kz/ru">http://elibrary.kaznu.kz/ru</a> 2. <a href="https://open.umn.edu/opentextbooks">https://open.umn.edu/opentextbooks</a> 3. <a href="http://www.kayelaby.npl.co.uk/">http://www.kayelaby.npl.co.uk/</a>
Програмное обеспечение	1. 2.

#### Академическая политика дисциплины:

Академическая политика дисциплины определяется [Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби.](#)

Документы доступны на главной странице ИС Univer.

**Интеграция науки и образования.** Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно - исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских(практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий.

**Посещаемость.** Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.

**Академическая честность.** Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий. Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют [«Правила проведения итогового контроля»](#), [«Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года»](#), [«Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований»](#).

Документы доступны на главной странице ИС Univer.

**Основные принципы инклюзивного образования.** Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающимся друг к другу независимо от гендерной, расовой / этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни. Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e - mail ajtkozhaev@inbox.ru либо посредством видеосвязи в ZOOM.

**Интеграция MOOC (massive open online course).** В случае интеграции MOOC в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на MOOC. Сроки прохождения модулей MOOC должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.

**ВНИМАНИЕ!** Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в MOOC. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.

#### Методы оценивания:

Методы оценивания
<b>Критериальное оценивание</b> – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критерии. Основано на формативном и суммативном оценивании.
<b>Формативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателю образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий(дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.
<b>Суммативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины. Проводится 3 - 4 раза за семестр при выполнении СРО. Это оценивание освоения ожидаемых результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения.

<b>Формативное и суммативное оценивание</b>	<b>Баллы % содержание</b>
Самостоятельная работа	25
Работа на практических занятиях	30
Контрольная работа	5
Итоговый контроль (экзамен)	40
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

**Балльно-рейтинговая буквенная система  
оценки учета учебных достижений:**

<b>Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений</b>			
<b>Оценка</b>	<b>Цифровой эквивалент баллов</b>	<b>Баллы, % содержание</b>	<b>Оценка по традиционной системе</b>
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	Удовлетворительно
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительно
F	0	0-24	

<b>Неделя</b>	<b>Тип занятия</b>	<b>Тема</b>	<b>Максимальный балл</b>
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
1	лекция: лекция 1	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма. Условия фазового равновесия	0

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	<b>семинар:</b> семинар 1	Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла	0
2	<b>лекция:</b> лекция 2	Фазовые переходы первого и второго рода	0
	<b>семинар:</b> семинар 2	Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла	5
	<b>СРО/СРОП:</b> СРОП 1	Консультации по выполнению СРО 1	0
<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]			
3	<b>лекция:</b> лекция 3	Фазовые переходы первого и второго рода	0
	<b>семинар:</b> семинар 3	Решение задач на применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса	5
	<b>СРО/СРОП:</b> СРО 1	Растянутая жидкость (доклад с презентацией)	10
<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]			
4	<b>лекция:</b> лекция 4	Отступления от законов идеального газа. Изотермы Эндрюса	0
	<b>семинар:</b> семинар 4	Расчет постоянных $\sigma$ и $\epsilon$	5
	<b>СРО/СРОП:</b> СРОП 2	Консультации по выполнению СРО 2	0
<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]			
5	<b>лекция:</b> лекция 5	Элементарный вывод уравнения Ван-дер-Ваальса. Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса	0
	<b>семинар:</b> семинар 5	Применение принципа подобия для расчета физико-химических свойств	5
	<b>СРО/СРОП:</b> СРО 2	Определение критических параметров (доклад с презентацией)	10
<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]			

## МОДУЛЬ 2

6	<b>лекция:</b> лекция 6	Критическое состояние вещества. Связь между критическими параметрами и постоянными в уравнении Ван-дер-Ваальса	0
	<b>семинар:</b> семинар 6	Расчет постоянных $a$ и $b$	5
	<b>СРО/СРОП:</b> СРОП 3	Консультации по выполнению СРО 3	0
<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]			
7	<b>лекция:</b> лекция 7	Свойства вещества в критическом состоянии. Отступления уравнения Ван-дер-Ваальса от эксперимента	0
	<b>семинар:</b> семинар 7	Расчет критических параметров и коэффициента сжимаемости в критической точке	5

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	<b>СРО/СРОП:</b> СРО 3  <b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]	Термодинамическая поверхность реального газа (доклад с презентацией).	10
8	<b>лекция:</b> лекция 8  <b>семинар:</b> семинар 8  <b>СРО/СРОП:</b> СРОП 4  <b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]	Уравнение Ван-дер-Ваальса в приведенных переменных. Закон соответственных состояний  Аддитивный расчет критических параметров на основе экспериментальных значений некоторых физических и химических величин. Контрольная работа № 1.  Коллоквиум № 1.	0 20 20
8	<b>Рубежный контроль 1 (100)</b>	Максимальный балл: 100	Общий балл: 100
9	<b>лекция:</b> лекция 9  <b>семинар:</b> семинар 9	Обзор некоторых уравнений состояния реального газа  Расчет теплоты испарения вещества	0 0

## МОДУЛЬ 3

10	<b>лекция:</b> лекция 10	Причины возникновения межмолекулярных сил. Составляющие сил межмолекулярного взаимодействия. Связь между силой и потенциалом межмолекулярного взаимодействия	0
	<b>семинар:</b> семинар 10	Теплота изменения агрегатного состояния (теплоты, испарения, сублимации и плавления)	6
11	<b>лекция:</b> лекция 11  <b>семинар:</b> семинар 11  <b>СРО/СРОП:</b> СРОП 5  <b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]	Простейшие потенциалы межмолекулярного взаимодействия  Вязкость газов  Консультации по выполнению СРО 4	0 6 0
12	<b>лекция:</b> лекция 12  <b>семинар:</b> семинар 12  <b>СРО/СРОП:</b> СРО 4  <b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]	Простейшие потенциалы межмолекулярного взаимодействия  Вязкость жидкостей  Решение задач на применение уравнения Ван-дер-Ваальса (задачи)	0 6 10
13	<b>лекция:</b> лекция 13  <b>семинар:</b> семинар 13  <b>СРО/СРОП:</b> СРОП 6	Уравнение состояния в вириальной форме. Второй вириальный коэффициент для потенциала Леннарда-Джонсса  Диффузия газов  Консультация по выполнению СРО 5	0 6 0

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]		
14	<b>лекция:</b> лекция 14	Третий вириальный коэффициент. Вириальное уравнение по степеням давления. Экспериментальное определение второго вириального коэффициента	0
	<b>семинар:</b> семинар 14	Диффузия в жидкостях	6
	<b>СРО/СРОП:</b> СРО 5	Расчет коэффициентов переноса для потенциала Леннарда-Джонса (решение задач по вариантам). Расчет второго и третьего вириальных коэффициентов, а также коэффициента сжимаемости для газов (решение задач по вариантам)	20
	<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]		
15	<b>лекция:</b> лекция 15	Определение второго и третьего вириальных коэффициентов для смеси газов. Определение силовых параметров модельных потенциалов из данных по второму вириальному коэффициенту. Об ассоциациях молекул	0
	<b>семинар:</b> семинар 15	Теплопроводность газов. Теплопроводность жидкостей. Контрольная работа № 2	20
	<b>СРО/СРОП:</b> СРОП 7	Коллоквиум № 2	20
	<b>Рубрикатор критериального оценивания</b> [ <a href="#">Показать</a> ]		
15	<b>Рубежный контроль 2 (100)</b>	Максимальный балл: 100	Общий балл: 100

;