

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**  
**Физико-технический факультет**  
**Кафедра теплофизики и технической физики**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета  
\_\_\_\_\_ Бейсен Н.А.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.  
Протокол №   1  

**ПРОГРАММА ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ ПРИ НИЗКИХ**  
**ТЕМПЕРАТУРАХ»**

**ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**  
**«6В05303 – Техническая физика»**

Курс – 3  
Семестр – 5  
Количество кредитов – 6  
Отделение – русское

**Алматы, 2025**

## ПРОГРАММА

### итогового контроля (экзамена) по дисциплине «Теплофизические свойства веществ при низких температурах»

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры теплофизики и технической физики от \_\_\_ сентября 2025 г., протокол № 1.

Форма проведения итогового экзамена – устная (ответы на вопросы), офлайн.

Экзамен проводится по расписанию, размещенному в системе «Универ».

#### **Оценка полученных результатов:**

1. Оценка общего задания – 100 баллов
2. При оценке учитывается полнота и правильность ответа на экзаменационные вопросы, а также ответы на дополнительные вопросы, задаваемые членами экзаменационной комиссии.
3. Время на выставление баллов в аттестационную ведомость за устный экзамен – 48 часов.

#### **Экзаменационные вопросы составлены по следующим темам:**

1. Введение в физику низких температур. История развития криогенной техники.
2. Основные законы термодинамики при низких температурах.
3. Методы получения низких температур (дросселирование, расширение газа, эффекты Джоуля–Томсона, Линде и др.).
4. Особенности теплоемкости твердых тел при низких температурах. Закон Дебая.
5. Теплопроводность твердых тел, жидкостей и газов при низких температурах.
6. Вязкость жидкостей и газов при низких температурах.
7. Электропроводность металлов при низких температурах.
8. Сверхпроводимость: физические основы и практическое применение.
9. Сверхтекучесть жидкого гелия и её особенности.
10. Теплофизические свойства гелия и его изотопов.
11. Водород и дейтерий как рабочие вещества криогенной техники.
12. Свойства криогенных жидкостей: азот, неон, кислород, аргон.
13. Фазовые переходы при низких температурах.
14. Теплообмен и массообмен в криогенных системах.
15. Применение технологий низких температур в науке и технике (хранение, транспортировка, энергетика, медицина).

#### **Учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Домашенко А. М. Проектирование установок ожижения природного газа. Безопасная технология эксплуатации инфраструктуры сжиженного природного газа: учебное пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2019. – 192 с.
2. Горбачев С.П. Теплофизические процессы в криогенных системах: учеб. пособие - М.: МЭИ, 2017. – 108 с.
3. Бухаров А.В., Алексеев Т.А. Датчики для теплофизических измерений: учебное пособие. –М.: Издательский дом МЭИ, 2021. – 136 с.
4. Бухаров А.В., Алексеев Т.А., Левашов В.Ю. Исследование теплофизических проблем получения стабильных монодисперсных капельных потоков: учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2019. – 60 с.

5. Домашенко А.М. Проектирование и использование криогенных систем для топлив стартовых комплексов: учебное пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2018. – 150 с.

## РУБРИКАТОР КРИТЕРИАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина: Теплофизические свойства веществ при низких температурах. **Форма:** Стандартный устный/офлайн.

**Платформа:** система Univer

№	Критерий	ДЕСКРИПТОРЫ				
		«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»	
		90-100 баллов	70-89 баллов	50-69 баллов	25-49 баллов	0-24 баллов
1.	<b>Знание и понимание теории и концепции курса</b>	На вопросы даны исчерпывающие ответы, проиллюстрированные наглядными примерами там, где это необходимо; Ответы изложены грамотным научным техническим языком, все физико-технические термины и понятия употреблены корректно и раскрыты верно.	На вопросы даны в целом верные ответы, но с отдельными неточностями, не носящими принципиального характера. Не все физико-технические термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения и грамматические / стилистические погрешности изложения. Ответы не проиллюстрированы примерами в должной мере.	Ответы на вопросы носят фрагментарный характер, верные выводы перемежаются с неверными. Упущены содержательные блоки физико-технического профиля, необходимые для полного раскрытия темы. Студент в целом ориентируется в тематике учебного курса, но испытывает проблемы с раскрытием конкретных вопросов.	Ответы не соответствуют содержанию вопросов. Ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросах, трактуются ошибочно.	Ответы на вопросы отсутствуют; обнаружено незнание или непонимание студентом большей или наиболее важной части учебного материала. Нарушение Правил проведения итогового контроля.
2.	<b>Применение избранной методологии и технологии к</b>	Технология и методология курса применяются с глубокой	Методология курса и знания, полученные студентом слабо интегрирована и	Инструменты курса используются поверхностно, отличаются малой	Некорректно применяет сущностную часть дисциплины	Неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений;

	<b>конкретным прикладным задачам</b>	содержательностью с учетом специфики направления подготовки обучающихся; научные физические понятия свободно применяются к поставленной задаче с последующим логичным и доказательным раскрытием основной проблемы.	адаптированы к решению конкретных практических задач, предложенных в экз. билете; знания студента адаптированы; ответы отличаются слабой структурированностью, в ответе имеют место несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу.	содержательностью, имеются неточности при ответе, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность предоставляемого материала, отсутствует представление о межпредметных связях.	естествознания, допускает существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно, на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.	при ответе (на один вопрос) допускает более 3–4 грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи ППС; полностью не усвоил материал. Нарушение Правил проведения итогового контроля.
3.	<b>Оценивание и анализ применимости выбранной методики к предложенной практической задаче, обоснование полученного результата</b>	Наличие способности к интеграции, обоснованности и анализу методов и технологии по определенной теме, структурированию ответа, к анализу 5 положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу экзаменационного билета, ответы иллюстрируется примерами и наглядными материалами, в том	Интеграция и анализ применения методов и технологии курса с последующим использованием наглядных материалов для закрепления своих рассуждений посредством употребления научно-технических терминов с допущением незначительных ошибок при воспроизведении знаний; анализ 3-4 положений существующих теорий, научных школ,	Поверхностное обоснование закономерностей и принципов физических явлений, слабое применение основного объема материала в соответствии с программой обучения с затруднениями при его самостоятельном воспроизведении и требованием наводящих вопросов.	Отсутствие обоснованности и анализа применения методов и технологии курса, проявление затруднения при предоставлении ответов на вопросы воспроизводящего характера.	Отсутствие способности применять методологию курса при приведении примеров, использовании наглядных материалов; Нарушение Правил проведения итогового контроля.

		числе из собственной практики обучающегося; демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию.	направлений по вопросу экзаменационного билета.			
--	--	---	---	--	--	--

**Формула расчета итоговой оценки:**

Итоговая оценка (ИО) = (Б1+Б2+Б3) / ЗК, где Б – баллы по критерию, К – общее количество критериев.

### Пример расчета итогового балла письменного/устного экзаменов

№	Балл	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»	
		90-100 баллов	70-89 баллов	50-69 баллов	25-49 баллов	0-24 баллов
1.	Критерий 1	100				
2.	Критерий 2		75			
3.	Критерий 3			60		
	<b>Итоговый балл</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>60</b>		100 + 75 + 60 = 235  235 / 3 критерия = 78,3  <b>Итоговый балл = 78</b>

#### Формула расчета итоговой оценки:

Итоговая оценка (ИО) = (Б1+Б2+Б3) / 3 К, где **Б** – баллы по критерию, **К** – общее количество критериев.

Исходя из полученного при расчете балла, мы можем сопоставить оценку со шкалой оценивания.

**78 баллов** находятся в диапазоне от 70 баллов до 89 баллов, что соответствует категории «Хорошо» в соответствии со шкалой оценивания.

Таким образом, при данном расчете письменная (устная) работа будет оценена на **78 баллов «Хорошо»** в соответствии с балльно-рейтинговой буквенной системой оценки учета учебных достижений, обучающихся с переводом их в традиционную шкалу оценок и ECTS.

**Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений, обучающихся с переводом их в традиционную шкалу оценок и ECTS**

<b>Оценка по буквенной системе</b>	<b>Цифровой эквивалент</b>	<b>Баллы (%-ное 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	Неудовлетворительно
FX	0,5	25-49	
F	0	0-24	