



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИАТЭ  
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

«21» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Статистическая физика

Специальность: 14,05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (уровень специалитет) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 №154)

Программу разработал(и):

Профессор, к.ф.-м. н

Зуева Ольга Стефановна

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Физика» протокол № 14 от 15.06.21

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Р.Р. Хуснутдинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Атомные и тепловые электрические станции, протокол №21-20/21 от 18.06.2021г.

Зав. кафедрой

Н. Д. Чичирова

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора института Теплоэнергетики

/ С.М./Власов /

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Методы физического исследования — экспериментальные и теоретические, проникли в целый ряд смежных с физикой технических дисциплин: металлофизика и металловедение, теплофизика, электро- и радиотехника, вычислительная техника, приборостроение, энергетика и т. д. Лицам, работающим в этих областях науки и техники, необходим некоторый минимум сведений по теоретической физике. Методы статистической физики и физической кинетики входят в число основных инструментов анализа явлений в ядерной физике (ЯЭУ).

Целью изучения дисциплины «Статистическая физика» является приобретение знаний, необходимых для анализа свойств термодинамических систем и кинетических явлений на микроскопическом уровне.

Задачами дисциплины являются: знакомство с основными принципами термодинамики и физической кинетики с микроскопической точки зрения, а также приобретение практических навыков использования методов статистической физики.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                      | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                      | Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общепрофессиональные компетенции (ОПК)                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | ОПК-1.3 Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики                                                                                                  | <i>Знать:</i><br>Математический аппарат статистической физики и физической кинетики<br><i>Уметь:</i><br>Применять математический аппарат для решения задач термодинамики и физической кинетики<br><i>Владеть:</i><br>Методами физико-математического моделирования и статистического анализа свойств термодинамических систем и кинетических явлений                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач | <i>Знать:</i><br>фундаментальные принципы современной статистической физики и физической кинетики; основные статистические методы описания термодинамических систем и процессов<br><i>Уметь:</i><br>применять методы статистической физики для решения типовых задач термодинамики и физической кинетики<br><i>Владеть:</i><br>методами статистической физики в применении к анализу свойств термодинамических систем и кинетических явлений |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая физика» относится к обязательной части учебного плана по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и

инжиниринг»со специализацией - Проектирование и эксплуатация атомных станций.

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. | Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. <sup>1</sup> |
|-----------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ОПК 1           |                                                        | Кинетика ядерных реакторов                                       |

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики;

уметь: применять математические методы для решения физических задач; владеть: основными методами теоретического исследования.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 47 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 24 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 0 час., самостоятельная работа обучающегося 68 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 4 часа.

| Вид учебной работы                                                   | Всего часов | Семестр 6 |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                 | 108         | 108       |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b> | 47          | 47        |
| Лекции (Лек)                                                         | 24          | 24        |
| Практические (семинарские) занятия (Пр)                              | 16          | 16        |
| Лабораторные работы (Лаб)                                            |             |           |
| Групповые консультации                                               |             |           |
| Индивидуальные консультации                                          |             |           |
| Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)                              |             |           |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>       | 68          | 68        |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме: экзамена              |             |           |
| <b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>                                | 3           | 3         |

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины                                              | Семестр | Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         | Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки) | Литература                           | Формы текущего контроля успеваемости | Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе |       |    |
|-----------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|----|
|                                                                 |         | Занятия лекционного типа                                                  | Занятия практического / семинарского типа | Лабораторные работы | Групповые консультации | Самостоятельная работа студента, в т.ч. | Контроль самостоятельной работы (КСР) | подготовка к промежуточной аттестации | Сдача зачета / экзамена |                                                          |                                      |                                      |                                                                 | Итого |    |
| Раздел 1. Принципы статистического описания классических систем |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |
| 1. Принципы статистического описания классических систем.       | 6       | 4                                                                         | 3                                         |                     |                        | 12                                      |                                       |                                       |                         | 19                                                       | ОПК-1.3 -(3,У,В)<br>ОПК-1.5 -(3,У,В) | Л1.1, Л1.2<br><br>Л. 1.3, Л. 1.4     |                                                                 |       | 10 |
| Раздел 2. Микроканоническое и каноническое распределения Гиббса |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |
| 2. Микроканоническое и каноническое распределения Гиббса        | 6       | 4                                                                         | 3                                         |                     |                        | 12                                      |                                       |                                       |                         | 19                                                       | ОПК-1.5 -(3,У,В)                     | Л1.1, Л1.2, Л. 1.3, Л. 1.4           |                                                                 |       | 10 |
| Раздел 3. Классическое каноническое распределение Гиббса        |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |
| 3. Классическое каноническое распределение Гиббса               | 6       | 4                                                                         | 3                                         |                     |                        | 12                                      |                                       |                                       |                         | 19                                                       | ОПК-1.5 -(3,У,В)                     | Л1.1, Л1.2, Л. 1.3, Л. 1.4           | КНТР                                                            |       | 20 |
| Раздел 4. Квантовое каноническое распределение                  |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |
| 4.Квантовое каноническое распределение.                         | 6       | 4                                                                         | 3                                         |                     |                        | 12                                      |                                       |                                       |                         | 19                                                       | ОПК-1.5 -(3,У,В)                     | Л1.1, Л1.2, Л. 1.3, Л. 1.4           |                                                                 |       | 20 |
| Раздел 5. Теория равновесных ( )луктуаций.                      |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |
| 5. Теория равновесных флуктуаций.                               | 6       | 4                                                                         | 2                                         |                     |                        | 10                                      |                                       |                                       |                         | 16                                                       | ОПК-1.5 -(3,У,В)                     | Л1.1, Л1.2, Л. 1.3, Л. 1.4           |                                                                 |       | 20 |
| Раздел 6. Элементы физической кинетики.                         |         |                                                                           |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                          |                                      |                                      |                                                                 |       |    |

|                                  |   |    |    |  |  |    |  |  |  |     |                     |                                     |      |  |     |
|----------------------------------|---|----|----|--|--|----|--|--|--|-----|---------------------|-------------------------------------|------|--|-----|
| 6. Элементы физической кинетики. | 6 | 4  | 2  |  |  | 10 |  |  |  | 16  | ОПК-1.5<br>-(3,у,в) | Л1.1,<br>Л1.2,<br>Л. 1.3,<br>Л. 1.4 | КнтР |  | 20  |
|                                  |   |    |    |  |  |    |  |  |  |     |                     |                                     |      |  |     |
| <b>ИТОГО</b>                     |   | 24 | 16 |  |  | 68 |  |  |  | 108 |                     |                                     |      |  | 100 |

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1                        | Фазовое пространство. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа и Гамильтона. Скобка Пуассона. Уравнение Лиувилля. Фазовый ансамбль и Фазовая плотность вероятности. Теорема Лиувилля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                  |
| 2                        | Эргодическая гипотеза. Явный вид фазовой плотности вероятности для микроканонического распределения в адиабатически изолированной системе. Термодинамический смысл фазового объема. Связь энтропии и температуры с параметрами микроканонического распределения. Связь канонического распределения Гиббса и термодинамических параметров. Вероятностный смысл энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.                                                                                                                                                                                                                            | 4                  |
| 3                        | Явный вид фазовой плотности вероятности для изотермической равновесной системы. Связь канонического распределения Гиббса и термодинамических параметров. Вероятностный смысл энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Вычисление свободной энергии и других термодинамических параметров идеального газа. Числа заполнения для идеального газа. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и ее приложение к гармоническому осциллятору. Теплоемкость идеального газа и твердых тел. Классическая теория равновесного излучения. Вывод формулы Рэлея-Джинса. Термодинамика классической плазмы. | 4                  |
| 4                        | Основные законы квантовой механики. Квантовый статистический ансамбль. Матрица плотности квантового статистического ансамбля. Квантовая статистическая сумма. Свободная энергия. Квантовый гармонический осциллятор. Формула Планка для спектральной плотности излучения абсолютно черного тела. Законы Вина и Стефана-Больцмана. Теплоемкость твердых тел в модели Дебая. Квантовое распределение Больцмана. Статистики Ферми—Дирака и Бозе—Эйнштейна. Фотонный газ и статистика Бозе-Эйнштейна. Приложение статистики Ферми-Дирака к электронному газу в металле. Бозе—конденсация в системе бозонов.                                                        | 4                  |
| 5                        | Вычисление среднеквадратичных флуктуаций методом Гиббса. Приложения метода Гиббса к конкретным термодинамическим системам.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                  |

|       |                                                                                                                                                                                |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6     | Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка. Кинетическое уравнение Больцмана. Закон возрастания энтропии. Решение уравнения Больцмана для равновесного идеального газа. | 4  |
| Всего |                                                                                                                                                                                | 24 |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                     | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1                        | Основные понятия статистической физики. Элементы теории вероятностей. Функция распределения вероятностей. Элементы комбинаторики. Макро- и микросостояния. Термодинамическая вероятность. Энтропия и ее статистический смысл. | 4                  |
| 2                        | Классическая статистика. Распределение Максвелла. Молекулярно-кинетический смысл абсолютной температуры. Распределение Больцмана                                                                                              | 4                  |
| 3                        | Квантовая статистика. Распределение Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака                                                                                                                                                | 4                  |
| 4                        | Элементы теории флуктуаций и неравновесных процессов.                                                                                                                                                                         | 4                  |
| Всего                    |                                                                                                                                                                                                                               | 16                 |

**3.5. Тематический план лабораторных работ** Лабораторные занятия не предусмотрены.

### 3.6. Самостоятельная работа студента

| Номер раздела дисциплины | Вид СРС                                                                                                 | Содержание СРС                                                                                                                                                              | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1                        | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.                                  | Изучение элементов теории вероятностей, комбинаторики. Решение типовых задач.                                                                                               | 12                 |
| 2                        | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.                                  | Изучение основных понятий статистической физики: макро- и микросостояния, термодинамическая вероятность, энтропия и ее статистический смысл. Решение типовых задач          | 12                 |
| 3                        | Изучение теоретического материала, подготовка к тесту                                                   | Изучение классической статистики. Распределение Максвелла. Молекулярно-кинетический смысл абсолютной температуры. Распределение Больцмана. Подготовка к контрольной работе. | 12                 |
| 4                        | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе. | Изучение квантовой статистики. Распределение Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака. Решение типовых задач.                                                             | 12                 |
| 5                        | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.                                  | Изучение элементов теории флуктуаций. Решение типовых задач.                                                                                                                | 10                 |



|       |                                                                                            |                                                                                                                                |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6     | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию. Подготовка к тесту. | Изучение элементов теории неравновесных процессов. Решение типовых задач. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. | 10 |
| Всего |                                                                                            |                                                                                                                                | 68 |

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов.

При реализации дисциплины «Статистическая физика» по образовательной программе «Проектирование и эксплуатация атомных станций» по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (дескрипторы достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

| Планируемые результаты обучения   | Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения                                    |                                                                                                                              |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | неудовлетворительно                                                                            | удовлетворительно                                                                                                            | хорошо                                                                                                                                                    | отлично                                                                                                                                           |
|                                   | не зачтено                                                                                     | зачтено                                                                                                                      |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   |
| Полнота знаний                    | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок                                                      | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок                                                                 | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок                                                                         |
| Наличие умений                    | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |
| Наличие навыков (владение опытом) | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                   | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов                                                                  |

|                                                                                  |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Характеристика сформированности компетенции (дескриптора достижения компетенции) | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач | Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения минимального набора практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач |
| Уровень сформированности компетенции (дескриптора достижения компетенции)        | Низкий                                                                                                                                      | Ниже среднего                                                                                                                                                                                                                                                          | Средний                                                                                                                                                                                        | Высокий                                                                                                                                                                                            |

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                | Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)                                              |                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                  | Высокий                                                                                                               | Средний                                                                                                                       | Ниже среднего                                                                                                              | Низкий                                                                                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                  | Шкала оценивания                                                                                                      |                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |
|                 |                                                                                                                                                  | отлично                                                                                                               | хорошо                                                                                                                        | удовлет-<br>ворительно                                                                                                     | неудовлет-<br>ворительно                                                                                                                      |
|                 |                                                                                                                                                  | зачтено                                                                                                               |                                                                                                                               |                                                                                                                            | не зачтено                                                                                                                                    |
| ОПК-1.3         | Знать                                                                                                                                            |                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |
|                 | математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, как составную часть аппарата статистической физики и физической кинетики | Демонстрирует четкое знание математических основ теории вероятностей и математической статистики. Не допускает ошибок | Демонстрирует знание математических основ теории вероятностей и математической статистики, но может допустить негрубые ошибки | Демонстрирует минимально-допустимый уровень знания теории вероятностей и математической статистики. Допускает много ошибок | Не знает ключевых понятий и не знает простейших законов теории вероятностей, используемых при решении типовых задач. Допускает грубые ошибки. |
|                 | Уметь                                                                                                                                            |                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |

|         |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | применять математический аппарат теории вероятностей и математической статистики для решения задач статистической физики и физической кинетики                                      | Демонстрирует умение применять методы теории вероятностей и математической статистики для решения физических задач теоретического и экспериментального характера, не допускает ошибок.                                                | Демонстрирует умение применять методы теории вероятностей и математической статистики для решения типовых задач, с минимальным числом негрубых ошибок                                                                               | Демонстрирует частичное умение решать типовые задачи с применением методов теории вероятностей и математической статистики для решения типовых задач. Но допускает много ошибок. | Демонстрирует неумение решать типовые физические задачи, требующие применения методов теории вероятностей и математической статистики. Допускает много грубых ошибок. |
|         | Владеть                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |
|         | методами теории вероятностей и математической статистики для физико-математического моделирования и статистического анализа свойств термодинамических систем и кинетических явлений | Демонстрирует навыки применения теории вероятностей и математической статистики для физико-математического моделирования и статистического анализа термодинамических характеристик и кинетических коэффициентов. Не допускает ошибок. | Демонстрирует базовые навыки применения теории вероятностей и математической статистики для решения задач статистической физики по расчету термодинамических характеристик и кинетических коэффициентов. Допускает негрубые ошибки. | Имеет минимальный набор навыков применения теории вероятностей и математической статистики для решения задач статистической физики. Допускает много ошибок.                      | Не имеет достаточных навыков применения теории вероятностей и математической статистики для решения задач статистической физики.                                      |
| ОПК-1.5 | Знать                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |
|         | основные физические концепции и модели статистической физики и физической кинетики                                                                                                  | Демонстрирует четкое знание основных физических концепций, моделей статистической физики и кинетики, а также условий их применимости.                                                                                                 | Допускает неточности при формулировке отдельных понятий, моделей статистической физики и физической кинетики.                                                                                                                       | Демонстрирует минимально допустимый уровень знания понятий, основных моделей статистической физики.                                                                              | Не знает ключевых понятий и моделей статистической физики и физической кинетики.                                                                                      |
|         | Уметь                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |

|  |                                                                                                  |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |                                                                                                                         |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | применять методы статистической физики и физической кинетики для решения термодинамических задач | Демонстрирует умение применять методы статистической физики и физической кинетики для решения термодинамических задач, не допускает ошибок. | Допускает негрубые ошибки при использовании методов статистической физики и физической кинетики для решения типовых задач. | Справляется с решением типовых задач методами статистической физики и физической кинетики, но не в полном объеме. Допускает серьезные ошибки. | Демонстрирует неумение применять методы статистической физики для решения типовых задач. Допускает много грубых ошибок. |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Владеть

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| методами статистической физики и физической кинетики применительно к расчету макроскопических характеристик термодинамических систем и процессов | Демонстрирует навыки применения методов статистической физики и физической кинетики для вычисления термодинамических характеристик и кинетических коэффициентов. Не допускает ошибок. | Демонстрирует базовые навыки расчета основных термодинамических параметров и кинетических коэффициентов методами статистической физики и физической кинетики. Допускает негрубые ошибки. | Имеет минимальный набор навыков расчета основных термодинамических параметров и кинетических коэффициентов. Допускает ошибки. | Не имеет минимального набора навыков применения методов статистической физики и физической кинетики. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

| № п/п | Автор(ы)       | Наименование                                                       | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.) | Место издания, издательство  | Год издания | Адрес электронного ресурса                                                               | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|-------|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1     | Ансельм А.И.   | Основы статистической физики и термодинамики. [Электронный ресурс] | Учебное пособие; 448 с.                     | 2-е изд., - СПб. : Лань -    | 2021        | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167726">https://e.lanbook.com/book/167726</a> . |                                      |
| 2     | Семенов, В. К. | Статистическая физика и стохастические процессы                    | учебное пособие 2-е перераб. и доп          | Иваново : ИГ-ЭУ, Лань : ЭБС. | 2019        | <a href="https://e.lanbook.com/book/154585">https://e.lanbook.com/book/154585</a>        |                                      |
| 3     | Браже, Р. А.   | Лекции по физике                                                   | : учебное пособие                           | Санкт-Петербург : Лань       | 2021        | <a href="https://e.lanbook.com/book/168535">https://e.lanbook.com/book/168535</a>        |                                      |

#### Дополнительная литература

| № п/п | Автор(ы)                               | Наименование                                  | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)   | Место издания, издательство              | Год издания | Адрес электронного ресурса                                                                              | Кол-во экземпляров в библиотеке |
|-------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1     | Волькенштейн В. С.                     | Сборник задач по общему курсу физики          | сборник задач                                 | СПб.: Книжный мир                        | 2003        |                                                                                                         | 1218                            |
| 2     | Савельев, И. В.                        | Курс общей физики Том 1 : Механика. Молеку-   | учебник для вузов: в 3 томах 17-е изд., стер. | Санкт-Петербург: Лань,                   | 2021        | <a href="https://e.lanbook.com/book/171889">https://e.lanbook.com/book/171889</a>                       |                                 |
| 3     | Гавриленко, В. Г.                      | Термодинамика и статистическая физика Часть 1 | учебное пособие                               | Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачев- | 2018        | <a href="https://e.lanbook.com/book/144641">https://e.lanbook.com/book/144641</a>                       |                                 |
| 4     | Матухин, Вадим Леонидович, Е. В. Шмидт | Основы статистической физики                  | учебное пособие                               | Казань: КГЭУ                             | 2018        | <a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html</a> |                                 |

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов      | Ссылка                                                                                |
|-------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Международный научно-образовательный сайт EqWorld | <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm</a> |

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных                                                   | Адрес                                                       | Режим доступа                                             |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1     | Российская национальная библиотека                                                         | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>                 | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>               |
| 2     | Единое окно доступа к образовательным ресурсам                                             | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>   | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> |
|       | Профессиональная база данных (международная реферативная база данных научных изданий) Sco- | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a> | Свободный                                                 |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование информационно-справочных систем | Адрес                                                             | Режим доступа                                                     |
|-------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1     | «Консультант плюс»                           | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> |

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

#### ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование программного обеспечения | Описание | Реквизиты подтверждающих документов |
|-------|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|
|-------|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|

|   |                                  |                                                                              |                                                 |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 | Браузер Chrome                   | Система поиска информации в сети интернет (включая русско-язычный интернет). | Свободная лицензия<br>Неискл. право. Бес-срочно |
| 2 | LMS Moodle                       | ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента           | Свободная лицензия<br>Неискл. право. Бес-срочно |
| 3 | Windows 7 Профессиональная (Pro) | Пользовательская операционная система                                        | ЗАО "СофтЛайн-Трейд"                            |

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Вид учебной работы                  | Наименование специальных помещений и помещений для СРС                                                                                             | Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС                                                                                                                                             |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Лекционные занятия                  | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.                                                                                         | доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран настенно-потолочный, миникомпьютер, монитор, подключение к сети "Интернет", микрофон,   |
| 2     | Практика                            | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. | Специализированная учебная мебель                                                                                                                                                                  |
| 4     | Самостоятельная работа обучающегося | Компьютерный класс с выходом в Интернет                                                                                                            | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www.kgeu.ru](http://www.kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из



определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## **Лист регистрации изменений**

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20 /20 учебный год

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений                                          | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                               | 3                          | 4                                                             | 5                                                       | 6                                                                                                          |
| 1        | 3.1                             | 16.04.2024                 | Структуру дисциплины<br>читать в новой редакции<br>(см. ниже) | Н.Д.<br>Чичирова                                        | С.О.<br>Гапоненко                                                                                          |
| 2        |                                 |                            |                                                               |                                                         |                                                                                                            |
| 3        |                                 |                            |                                                               |                                                         |                                                                                                            |

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                    | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр(ы) |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|
|                                       |             |                | 6          |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 3           | 108            | 108        |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА*                    |             | 41             | 41         |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     |             | 40             | 40         |
| Лекции                                |             | 24             | 24         |
| Практические (семинарские) занятия    |             | 16             | 16         |
| Лабораторные работы                   |             |                |            |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   |             | 68             | 68         |
| Проработка учебного материала         |             | 7              | 7          |
| Курсовой проект                       |             |                |            |
| Курсовая работа                       |             |                |            |
| Подготовка к промежуточной аттестации |             |                |            |
| Промежуточная аттестация:             |             |                | 3          |
|                                       |             |                | -          |

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений                                                                                                                                    | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                               | 3                          | 4                                                                                                                                                       | 5                                                       | 6                                                                                                          |
| 1        |                                 | 10.03.2025                 | Данная РПД актуальна<br>для всей специальности<br>14.05.02 «Атомные<br>станции: проектирование,<br>эксплуатация и<br>инжиниринг» (все<br>специализации) | Н.Д.<br>Чичирова                                        | С.О.<br>Гапоненко                                                                                          |



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по дисциплине**

Статистическая физика

Специальность

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация  
и инжиниринг

Квалификация

специалист

Казань, 2021г.

Оценочные материалы по дисциплине Статистическая физика - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие дескрипторам достижения компетенции ОПК-1.3: Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, ОПК-1.5: Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: индивидуальный и групповой опрос (устно или письменно); защита контрольных работ; защиты письменных домашних заданий; тестирование (с использованием компьютера); контроль выполнения самостоятельной работы обучающихся (письменно или устно).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за второй семестр третьего курса. Форма промежуточной аттестации: зачет.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 6

| Номер<br>раздела/<br>темы<br>дисциплины  | Вид СРС                                                                                    | Наименование<br>оценочного средства | Код<br>индикатора<br>достижения<br>компетенции | Уровень освоения дисциплины, баллы |                  |         |         |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------|---------|
|                                          |                                                                                            |                                     |                                                | неудов-<br>но                      | удов-но          | хорошо  | отлично |
|                                          |                                                                                            |                                     |                                                | не зачте-<br>но                    | зачтено          |         |         |
|                                          |                                                                                            |                                     |                                                | низкий                             | ниже<br>среднего | средний | высокий |
| Текущий контроль успеваемости, семестр 6 |                                                                                            |                                     |                                                |                                    |                  |         |         |
| 1                                        | Изучение<br>теоретическо-<br>го материала,<br>подготовка к<br>практическо-<br>му занятию,. |                                     | ОПК-1.3,<br>ОПК-1.5                            | менее 6                            | 6-7              | 7-9     | 9-10    |
| 2                                        | Изучение<br>теоретическо-<br>го материала,<br>подготовка к<br>практическо-<br>му занятию   |                                     | ОПК-1.3,<br>ОПК-1.5                            | менее 6                            | 6-7              | 7-9     | 9-10    |
| 3                                        | Изучение<br>теоретическог<br>о материа-<br>ла, подготовка<br>к контрольной<br>работе       | КнтР                                | ОПК-1.3,<br>ОПК-1.5                            | менее 10                           | 10-16            | 14-19   | 19-20   |

|              |                                                                        |      |                   |          |       |       |        |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|----------|-------|-------|--------|
| 4            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию. |      | ОПК-1.3, ОПК-1.5  | менее 6  | 6-7   | 7-9   | 9-10   |
| 5            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию. |      | ОПК-1.3, ОПК-1.5  | менее 6  | 6-7   | 7-9   | 9-10   |
| 6            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, | КнТР | ОПК-1.3, ОПК-1.5  | менее 10 | 10-16 | 14-19 | 19-20  |
| 7            | Подготовка к итоговому тесту                                           | Тест | ОПК-1.3, ОПК-1.5. | менее 10 | 11-16 | 14-18 | 19-20  |
| Всего баллов |                                                                        |      |                   | 0-54     | 55-69 | 70-84 | 85-100 |

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                | Оценочные материалы                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Контрольная работа (КнТР)        | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу             | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| Тест (Тест)                      | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося | Комплект тестовых заданий                 |

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Наименование оценочного средства | 1. Тест |
|----------------------------------|---------|

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Представление и содержание оценочных материалов</p> | <p>Тест содержит 5 вопросов с заданиями 4-х типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения на площадке LMS Moodle с использованием компьютерной техники.</p> <p><i>Примеры тестовых заданий:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое статистический вес или термодинамическая вероятность? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) число различных микросостояний, соответствующих данному макросостоянию;</li> <li>2) число различных макросостояний, соответствующих данному микросостоянию;</li> <li>3) число различных микросостояний, соответствующих различным макросостояниям;</li> <li>4) число различных макросостояний, соответствующих различным микросостояниям;</li> <li>5) это то же, что и математическая вероятность.</li> </ol> </li> <li>2. Какие параметры называются макроскопическими или термодинамическими! <ol style="list-style-type: none"> <li>1) параметры, описывающие систему в целом;</li> <li>2) микроскопические параметры атомов;</li> <li>3) координаты атомов;</li> <li>4) скорости атомов;</li> <li>5) энергии межатомного взаимодействия.</li> </ol> </li> <li>3. Что такое статистический метод описания систем многих частиц? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) метод описания системы в целом, не интересующийся внутренними атомными механизмами физических;</li> <li>2) метод описания свойств системы, с помощью решения уравнений движения для каждого атома в системе;</li> <li>3) метод описания систем, учитывающих их атомную структуру и вероятностные распределения микропараметров системы;</li> <li>4) метод описания поведения системы, использующий законы механики;</li> <li>5) метод, изучающий свойства макроскопических тел и протекающие в них процессы без учета микроскопической природы тел.</li> </ol> </li> <li>4. Как связано относительное отклонение наблюдаемой физической величины с числом частиц <math>N</math> в системе? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) прямо пропорциональной;</li> <li>2) обратно пропорционально <math>\sqrt{N}</math>;</li> <li>3) обратно пропорционально <math>N</math>;</li> <li>4) прямо пропорционально <math>N</math>;</li> <li>5) прямо пропорционально <math>N^2</math></li> </ol> </li> <li>5. Какова связь между равновесным состоянием изолированной системы и статистическим весом? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) равновесное состояние изолированной системы — это состояние, статистический вес которого минимален;</li> <li>2) равновесное состояние изолированной системы — это состояние, статистический вес которого максимален;</li> <li>3) равновесное состояние изолированной системы — это состояние, статистический вес которого равен 0;</li> <li>4) равновесное состояние изолированной системы — это состояние, статистический вес которого равен 1;</li> <li>5) нет связи между равновесным состоянием изолированной системы и статистическим весом.</li> </ol> </li> </ol> |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Критерии оценки и шкала оценивания в баллах     | <p>При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 2 балла.</p> <p><i>1. Знание материала</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины - 10 баллов;</li> <li>□ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала - 5 баллов;</li> <li>□ не раскрыто основное содержание учебного материала - 0 баллов;</li> </ul> <p><b>Максимальное количество баллов за тест - 20</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Наименование оценочного средства                | <p>2. Контрольная работа по итогам каждого модуля (в семестре 2 модуля)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Представление и содержание оценочных материалов | <p>В каждом варианте контрольной работы содержится 5 задач по изученным разделам дисциплины. Всего 5 вариантов заданий.</p> <p style="text-align: center;"><i>Перечень примерных задач контрольной работы 1 модуля</i></p> <p>1) Гармонический осциллятор совершает колебания с амплитудой <math>a=1\text{ см}</math>. Масса осциллятора равна <math>m</math>, собственная частота <math>\omega_0</math>. Вычислить среднее значение координаты <math>\langle x \rangle</math>.</p> <p>2) В комнате имеется <math>n=6</math> лампочек. Сколько существует различных способов освещения? Способ освещения - лампочка горит или не горит.</p> <p>3) Найти статистический вес <math>Q</math> наиболее вероятного состояния при распределении <math>N=10</math> одинаковых молекул по двум одинаковым половинам сосуда.</p> <p>4) Определить температуру газа, для которой средняя квадратичная скорость молекул водорода больше их наиболее вероятной скорости на <math>400\text{ м/с}</math>.</p> <p>5) Сосуд с газом из жёстких двухатомных молекул движется со скоростью <math>V</math>. Молярная масса газа <math>M = 32\text{ г/моль}</math>. Найти приращение температуры газа после внезапной остановки сосуда, <math>v = 20\text{ м/с}</math>.</p> <p style="text-align: center;"><i>Перечень примерных задач контрольной работы 2 модуля</i></p> <p>1). Двумерный гармонический осциллятор имеет дискретный спектр энергии: <math>\epsilon_n = \hbar \omega (n + 1/2)</math>, <math>n = 0, 1, 2, \dots</math>. Уровни его <math>(n + 1)</math>-кратно вырожденные. Найти энергию и теплоемкость системы, состоящей из <math>N</math> таких независимых осцилляторов.</p> <p>2) Найти среднюю энергию, теплоемкость и населенности уровней системы, которая может находиться в двух квантовых энергетических состояниях со статистическими весами <math>g_0</math> и <math>g_1</math>. Разность энергетических уровней <math>\epsilon_1 - \epsilon_0 = \Delta \epsilon</math>.</p> <p>3) Спин <math>3/2</math> находится в магнитном поле <math>B</math>. Найти среднюю энергию спина. Потенциальная энергия спина в поле равна <math>\epsilon = - \gamma \hbar B m</math>, где <math>\gamma</math> - постоянная.</p> <p>4) Найти установившуюся толщину льда на озере, если поток тепла от земли равен <math>q</math>. Температура воздуха <math>t &lt; 0\text{ }^\circ\text{C}</math>. Коэффициент теплопроводности льда постоянный.</p> <p>5) В тонкостенном сосуде с гелием объема <math>V</math> имеется малое отверстие площадью <math>S</math>. Как будет изменяться давление внутри сосуда, если вначале оно равно давлению окружающего воздуха?</p> |



|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Критерии<br/>оценки и шкала<br/>оценивания в<br/>баллах</p> | <p>При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии:</p> <p><i>1. Знание материала</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины - 5 баллов;</li> <li>□ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала - 3 балла;</li> <li>□ не раскрыто основное содержание учебного материала - 0 баллов;</li> </ul> <p><i>2. Последовательность изложения</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано - 5 баллов;</li> <li>□ последовательность изложения материала недостаточно продумана - 3 балла;</li> <li>□ путаница в изложении материала - 0 баллов;</li> </ul> <p><b>Максимальное количество баллов - 10</b></p> |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|