

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А. В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«10» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплофизика»

(Наименование дисциплины)

| | |
|---|--|
| Код направления подготовки/ специальности | 03.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Прикладные математика и физика |
| Наименование направленности/ специализации | Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии |
| Форма обучения | очная |
| Год приема | 2026 |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.  06.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Ю. А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3
«10» февраля 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.  10.02.2026
(уч. степень, звание) (подпись, дата)

А. В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  20.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Н. Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теплофизика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки / специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика» направленности «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами молекулярной физики и термодинамики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

- получение студентами необходимых знаний и навыков в области естественных наук;
- представление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в измерениях, вычислениях и обработке результатов измерений;
- создание поддерживающей образовательной среды преподавания для освоения технических дисциплин.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|--|
| Профессиональные компетенции | ПК-6 Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов | ПК-6.3.2 знать физические принципы работы, области применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений ПК-6.У.1 уметь выбирать методы и средства контроля параметров приборов и материалов квантовой электроники и фотоники |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Основы оптики»,
- «Современные лазерные и светотехнические системы»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Квантовая электроника»,
- «Радиофизика»,
- «Фотоника».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по се- |
|---|-------|---------------------|
| | | местрам |
| 1 | 2 | №6 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 2/ 72 | 2/ 72 |
| Из них часов практической подготовки | 17 | 17 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 34 | 34 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 38 | 38 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет |

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 6 | | | | | |
| Раздел 1. Предмет и методы термодинамики. Уравнение состояния реального газа. | 5 | | 4 | | 12 |
| Раздел 2. Виды переноса тепла. Теплопроводность. Конвекция. | 6 | | 7 | | 13 |
| Раздел 3. Тепловое излучение. Явления переноса. | 6 | | 6 | | 13 |
| Итого в семестре: | 17 | | 17 | | 38 |
| Итого: | 17 | 0 | 17 | 0 | 38 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|--|--|
| Раздел 1. Предмет и методы термодинамики. Уравнение состояния реального газа. | Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Теплоемкость. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Энтальпия. Энтропия. Эксергия. |

| | |
|--|---|
| | Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный, политропный процессы. Второй закон термодинамики. Формулировка второго закона термодинамики. Цикл Карно |
| Раздел 2. Виды переноса тепла. Теплопроводность. Конвекция. | Теплопроводность при стационарном режиме. Плоская стенка. Термическое сопротивление. Коэффициент теплопередачи. Конвекция. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Основные уравнения теории конвективного теплообмена. Методы измерения теплоемкости и теплопроводности. |
| Раздел 3. Тепловое излучение. Явления переноса. | Равновесное излучение. Законы теплового излучения. Формула Релея-Джинса. Распределение Планка. Явления переноса. Кинематика и динамика жидкостей и газов. Длина свободного пробега. Диффузия, теплопроводность, вязкость. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |
| | | | | | |
| Всего | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 6 | | | | |
| 1 | Определение показателя адиабаты для воздуха | 4 | | 1 |
| 2 | Калориметрический метод | 4 | | 2 |
| 3 | Определение коэффициента вязкости газа | 3 | | 3 |
| 4 | Определение коэффициента вязкости масла | 3 | | 3 |
| 5 | Проверка законов теплового излучения | 3 | | 3 |
| Всего: | | 17 | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 6, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20 | 20 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 9 | 9 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 9 | 9 |
| Всего: | 38 | 38 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---|---|---|
| https://znanium.ru/catalog/product/2148242 | Левицкий, И. А. Теплофизика : лабораторный практикум / И. А. Левицкий, С. И. Чибизова, К. С. Шатохин. - Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2023. - 132 с. | |
| https://znanium.com/catalog/product/2100421 | Гажур, А. А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика : учебник / А. А. Гажур. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 312 с. | |
| https://znanium.com/catalog/product/1093057 | Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 210 с. | |
| https://znanium.com/catalog/product/1984909 | Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 261 с. | |
| https://e.lanbook.com/book/142380 | Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И. В. Савельев. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020 - Том 1: Механика. Молекулярная физика - 2020. | |
| https://znanium.com/catalog/ | Канн, К. Б. Курс общей физики: учебное | |

| | | |
|---|---|--|
| product/1094750 | пособие / К. Б. Канн. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2022. - 368 с. | |
|---|---|--|

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|---|
| https://new-science.ru/category/fizika/ | Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика |
| https://ufn.ru/ru/ | Электронная версия журнала «Успехи физических наук», Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук |
| https://zanauku.mipt.ru/category/science/physics/ | Электронная версия журнала «За науку» |
| https://fizikaguap.ru/ | Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|--------------|
| 1 | MS Windows |
| 2 | MS Office |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|--|
| 1 | <p>Учебная аудитория для занятий лекционного типа, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвро Вроцлав); Установки FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10)</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04б |
| 2 | <p>Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвро Вроцлав); Установки FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10)</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04в |
| 3 | <p>Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01 |
| 4 | <p>Учебная аудитория для практических занятий, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-05. |
| 5 | Учебная аудитория для лабораторных занятий. | 196135, г. Санкт- |

| | |
|--|--|
| <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование.</p> <p>(лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).</p> | <p>Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-03.</p> |
|--|--|

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|--|
| Зачет | <p>Список вопросов; Тесты; Задачи.</p> |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|---|
| <p>«отлично» «зачтено»</p> | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| <p>«хорошо» «зачтено»</p> | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| <p>«удовлетворительно» «зачтено»</p> | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
| 5-балльная шкала | |
| | – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1 | Запишите уравнение состояния идеального газа. | ПК-6.3.2 |
| 2 | Укажите количество степеней свободы у жесткой двухатомной молекулы. С какими движениями они связаны? | ПК-6.3.2 |
| 3 | Назовите, чему равна работа газа в изохорном процессе? | ПК-6.3.2 |
| 4 | Дайте определение понятию «изменение энтропии». | ПК-6.3.2 |
| 5 | Перечислите, из каких частей состоит тепловая машина. | ПК-6.3.2 |
| 6 | Газ, находящийся при постоянном давлении $p = 100$ кПа, изменил объем с $V_1 = 4$ м ³ до $V_2 = 12$ м ³ . Покажите, как рассчитывается работа газа в таком процессе, и найдите ее величину. | ПК-6.3.2 |
| 7 | Определите плотность смеси, состоящей из 4 г гелия и 28 г азота при температуре 27 ⁰ С и давлении 1 МПа. | ПК-6.3.2 |
| 8 | Современная техника позволяет создать вакуум до 0,1 нПа. Сколько молекул газа остается при таком вакууме в 1 см ³ при температуре 300 К? | ПК-6.3.2 |
| 9 | Идеальная тепловая машина за цикл совершает работу 4 кДж, отдавая при этом холодильнику 6,4 кДж теплоты. Определить КПД цикла, а также температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника 280 К. | ПК-6.3.2 |
| 10 | Во сколько раз увеличится КПД идеальной тепловой машины при повышении температуры теплоприемника с 260 до 300 К? Температура теплоотдатчика равна 540 К. | ПК-6.3.2 |
| 11 | Проанализируйте характер изменения температуры газа при его расширении в различных процессах. Ответ поясните. | ПК-6.У.1 |
| 12 | Оцените ситуацию. Что обжигает кожу сильнее: вода или водяной пар одинаковой массы при одной и той же температуре? Обоснуйте Ваш ответ. | ПК-6.У.1 |
| 13 | Объясните, каков физический смысл первого начала термодина- | ПК-6.У.1 |

| | | |
|----|---|----------|
| | мики. | |
| 14 | Проанализируйте, каким образом второе начало термодинамики накладывает ограничения на возможность создания идеальной тепловой машины – вечного двигателя? | ПК-6.У.1 |
| 15 | Проанализируйте при каких условиях адиабатный, изотермический, изохорный и изобарный процессы становятся частными случаями политропного процесса? | ПК-6.У.1 |
| 16 | Сравните аналитические выражения второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. | ПК-6.У.1 |
| 17 | Сравните различные определения коэффициента теплоотдачи. | ПК-6.У.1 |
| 18 | Объясните способ расчета при теплоотдаче на основе закона Ньютона-Рихмана. | ПК-6.У.1 |
| 19 | Объясните смысл и роль законов теплового излучения Планка, Стефана-Больцмана и Кирхгофа в расчете лучистых тепловых потоков. | ПК-6.У.1 |
| 20 | Объясните физический смысл закона Фурье для явления теплопроводности. | ПК-6.У.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1 | Назовите термодинамический параметр состояния, который является мерой средней кинетической энергии движения молекул. 1) Температура 2) Давление 3) Объем 4) Количество вещества | ПК-6.3.2 |
| 2 | Укажите, какая функция задает распределение молекул по скоростям. 1) Статистика Бозе-Эйнштейна 2) Статистика Ферми-Дирака 3) Распределение Максвелла 4) Статистика Больцмана | ПК-6.3.2 |
| 3 | Укажите закон, который определяет положение максимума излучательной способности абсолютно черного при заданной абсолютной температуре. 1) Закон Стефана-Больцмана 2) Первый закон Вина 3) Закон Кирхгофа | ПК-6.3.2 |

| | | |
|----|---|----------|
| | 4) Закон Малюса | |
| 4 | Укажите, какое тело является абсолютно черным телом. 1) Поглощает все падающее на него излучение 2) Отражает все падающее на него излучение 3) Излучает в рентгеновском диапазоне 4) Излучает в видимом диапазоне | ПК-6.3.2 |
| 5 | У какого из тел отражательная способность близка к нулю? 1) Прозрачного 2) Зеркального 3) Матового 4) Черного | ПК-6.3.2 |
| 6 | Как изменяется энтропия S при подводе теплоты? 1) Увеличивается 2) Уменьшается 3) Остается неизменной 4) Становится равной нулю | ПК-6.3.2 |
| 7 | При неизменной средней энергии молекул уменьшилась концентрация молекул. Как при этом изменились температура и давление газа? 1) Температура не изменилась, давление увеличилось. 2) Температура повысилась, давление уменьшилось. 3) Температура не изменилась, давление уменьшилось. 4) Температура повысилась, давление не изменилось. | ПК-6.3.2 |
| 8 | К термодинамическим параметрам, характеризующим состояние идеального газа относятся ... 1) число степеней свободы, средняя скорость молекул и температура системы и давление. 2) число степеней свободы, средняя скорость молекул и температура системы, давление и объём. 3) число степеней свободы, средняя скорость молекул и давление. 4) температура, давление и объём. | ПК-6.3.2 |
| 9 | При каком процессе молярная теплоёмкость идеального газа равна бесконечности? 1) При изобарическом процессе. 2) При изотермическом процессе. 3) При адиабатическом процессе. 4) При политропическом процессе. | ПК-6.3.2 |
| 10 | Эффективным диаметром молекулы называется ... 1) диаметр молекулы при комнатной температуре. 2) диаметр молекулы при температуре 0 К. 3) минимальное расстояние, на которое сближаются при столкновении центры двух молекул. 4) среднее расстояние между центрами молекул при нормальных условиях. | ПК-6.3.2 |
| 11 | Что произойдёт со средней энергией поступательного движения од- | ПК-6.У.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| | <p>ной молекулы газа, если объем некоторой массы идеального газа изобарически уменьшился в 2 раза?</p> <p>1) Увеличится в 5 раз 2) Уменьшится в 5 раз 3) Увеличится в 3 раз 4) Уменьшится в 2 раза</p> | |
| 12 | <p>Оцените, какой газ нагреется больше в следующей ситуации: два различных идеальных газа – одноатомный и двухатомный – находятся при одинаковой температуре и занимают одинаковый объем. Газы сжимаются адиабатически до уменьшения объема в 2 раза.</p> <p>1) Газы нагрелись одинаково 2) Одноатомный нагрелся больше 3) Двухатомный нагрелся больше 4) Газы вообще не нагрелись</p> | ПК-6.У.1 |
| 13 | <p>Оцените, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость абсолютно черного тела при его нагревании с $T_1 = 1000 \text{ К}$ до $T_2 = 3000 \text{ К}$.</p> <p>1) В 72 раз 2) В 81 раз 3) В 88 раз 4) В 64 раз</p> | ПК-6.У.1 |
| 14 | <p>Оцените работу $\nu = 0,1$ моля идеального одноатомного газа, совершенную в адиабатическом процессе при охлаждении газа на $\Delta T = 100 \text{ К}$. Ответ выразите в единицах R, где R – универсальная газовая постоянная.</p> <p>1) $1000 R$ 2) $10 R$ 3) $0,001 R$ 4) R</p> | ПК-6.У.1 |
| 15 | <p>Объясните, как изменится окраска раскаленного добела тела, если его температуру увеличить еще больше? Тело рассматривать как абсолютно черное.</p> <p>1) Станет красной 2) Станет желтой 3) Станет оранжевой 4) Приобретет голубоватый оттенок</p> | ПК-6.У.1 |
| 16 | <p>Объясните для чего применяется T-S диаграмма при исследовании термодинамических циклов. Она:</p> <p>1) Наглядно представляет процессы подвода и отвода теплоты, превращения теплоты в работу 2) Характеризует экологическую чистоту тепловой машины 3) Показывает максимальное давление рабочего тела 4) Позволяет определить мощность тепловой машины</p> | ПК-6.У.1 |
| 17 | <p>Объясните, как изменяется вязкость несжимаемой жидкости при повышении температуры.</p> | ПК-6.У.1 |

| | | |
|---|--|----------|
| | 1) Не изменяется 2) Увеличивается 3) Уменьшается 4) Приближается к нулю | |
| 18 | Объясните, как изменяется вязкость газов при повышении температуры? 1) Не изменяется 2) Увеличивается 3) Уменьшается 4) Приближается к нулю | ПК-6.У.1 |
| 19 | Оцените КПД цикла Карно, если температура холодильника в два раза меньше температуры нагревателя. 1) 50 % 2) 25 % 3) 150 % 4) 75 % | ПК-6.У.1 |
| 20 | Оцените среднюю длину свободного пробега молекул водорода при температуре 270 С и давлении $3 \cdot 10^{-3}$ Па (эффективный диаметр молекулы водорода принять равной $3 \cdot 10^{-10}$ м). 1) 3,25 м 2) 6,27 м 3) 10,4 м 4) 1,33 м | ПК-6.У.1 |
| Вопросы для проверки остаточных знаний | | |
| 21 | <i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Определите, во сколько раз изменится мощность теплового излучения абсолютно черного тела, если его температура увеличится в 2 раза. 1) В 2 раза 2) В 4 раза 3) В 16 раз 4) Не изменится Ответ: 3) В 16 раз, так как спектральная плотность излучения, согласно закону Стефана-Больцмана, пропорциональна четвертой степени температуры. | ПК-6 |
| 22 | <i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Укажите, какие из перечисленных физических величин являются параметрами состояния термодинамической системы. 1) Температура 2) Механическая работа 3) Объем 4) Давление 5) Изменение энтропии | |

| | Ответ: 1,3,4, так как механическая работа и изменение энтропии являются функциями процесса, но не состояния. | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---------------|------------------------|----------------|------|----------------|------|-----------------|------|--|
| 23 | <p><i>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</i></p> <p>Установите соответствие между строением молекулы идеального газа и числом степеней свободы, необходимых для описания ее движения.</p> <table border="1" data-bbox="347 483 1177 638"> <thead> <tr> <th>Идеальный газ</th> <th>Число степеней свободы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Одноатомный</td> <td>А) 6</td> </tr> <tr> <td>2) Двухатомный</td> <td>Б) 5</td> </tr> <tr> <td>3) Многоатомный</td> <td>В) 3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А</p> | Идеальный газ | Число степеней свободы | 1) Одноатомный | А) 6 | 2) Двухатомный | Б) 5 | 3) Многоатомный | В) 3 | |
| Идеальный газ | Число степеней свободы | | | | | | | | | |
| 1) Одноатомный | А) 6 | | | | | | | | | |
| 2) Двухатомный | Б) 5 | | | | | | | | | |
| 3) Многоатомный | В) 3 | | | | | | | | | |
| 24 | <p><i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <p>Расположите теплоемкости идеального одноатомного газа в различных изопроцессах в порядке возрастания их величины.</p> <p>А) C_p Б) C_v В) C_T</p> <p>Ответ: Б, А, В</p> | | | | | | | | | |
| 25 | <p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i></p> <p>Используя законы теплового излучения, проанализируйте, почему при увеличении температуры окраска нагретых тел изменяется с красной на желтую.</p> <p>Ответ: Согласно закону Вина, длина волны, на которую приходится максимум теплового излучения, обратно зависит от температуры. Поэтому с ростом температуры максимум интенсивности излучения смещается в коротковолновую часть спектра, а длина волны желтого света меньше, чем у красного.</p> | | | | | | | | | |
| 26 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Укажите, какие из перечисленных физических величин являются функциями термодинамического процесса.</p> <p>1) Внутренняя энергия 2) Термодинамическая работа 3) Энтропия 4) Теплота 5) Температура</p> <p>Ответ: 2, 4, так как термодинамическая работа и теплота являются функциями процесса, но не состояния.</p> | | | | | | | | | |
| 27 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Определите во сколько раз изменится длина волны, на которую</p> | | | | | | | | | |

| | <p>приходится максимальная излучательная способность абсолютно черного тела при уменьшении абсолютной температуры в 1,5 раза.</p> <p>1) В 1,25 раза 2) В 2,25 раза 3) В 5 раз 4) В 1,5 раза</p> <p>Ответ: В 1,5 раза, так как длина волны, соответствующая максимуму излучательной способности абсолютно черного тела обратно пропорциональна абсолютной температуре.</p> | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|----------------------|--------------|------|--------------|------|-------------------|-------------|--|
| 28 | <p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Установите соответствие между значением показателя политропы и термодинамическим процессом.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Термодинамический процесс</th> <th style="text-align: center;">Показатель политропы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Изохорный</td> <td>А) 0</td> </tr> <tr> <td>2) Изобарный</td> <td>Б) 1</td> </tr> <tr> <td>3) Изотермический</td> <td>В) ∞</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-В, 2-А, 3-Б.</p> | Термодинамический процесс | Показатель политропы | 1) Изохорный | А) 0 | 2) Изобарный | Б) 1 | 3) Изотермический | В) ∞ | |
| Термодинамический процесс | Показатель политропы | | | | | | | | | |
| 1) Изохорный | А) 0 | | | | | | | | | |
| 2) Изобарный | Б) 1 | | | | | | | | | |
| 3) Изотермический | В) ∞ | | | | | | | | | |
| 29 | <p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: Расположите теплоемкости идеального одноатомного газа в приведенных изопроцессах в порядке убывания их величины.</p> <p>А) адиабатный Б) изотермический В) изохорный</p> <p>Ответ: Б, В, А</p> | | | | | | | | | |
| 30 | <p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ: Как изменится КПД цикла Карно при уменьшении температуры холодильника, если температура нагревателя не изменится.</p> <p>1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится 4) Для ответа недостаточно данных</p> <p>Ответ: 3) увеличится, поскольку КПД цикла Карно равен: $1 - T_x/T_n$</p> | | | | | | | | | |
| 31 | <p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ: Поток тепла, возникающий в среде в случае неодинаковости температуры в разных точках (областях) среды, прямо пропорционален ...</p> <p>1) градиенту скорости частиц среды.</p> | | | | | | | | | |

| | <p>2) градиенту концентрации частиц среды. 3) градиенту плотности среды. 4) градиенту температуры.</p> <p>Ответ: 4) градиенту температуры согласно закона Фурье для теплопроводности</p> | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|---|--------------|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|------------|--|
| 32 | <p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i> Поток массы, возникающий в среде в случае неодинаковости концентрации в разных точках (областях) среды, прямо пропорционален ...</p> <p>1) градиенту скорости частиц среды. 2) градиенту концентрации частиц среды. 3) градиенту плотности среды. 4) градиенту температуры.</p> <p>Ответ: 4) градиенту плотности согласно закона Фика для диффузии</p> | | | | | | | | | |
| 33 | <p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i> Выберите правильное расположение в порядке возрастания среднеквадратичной, средней арифметической и наиболее вероятной скоростей газовых молекул при одинаковой температуре.</p> <p>1) Средняя арифметическая, наиболее вероятная, среднеквадратичная. 2) Наиболее вероятная, среднеквадратичная, средняя арифметическая 3) Наиболее вероятная, средняя арифметическая, среднеквадратичная. 4) Среднеквадратичная, средняя арифметическая, наиболее вероятная.</p> <p>Ответ: 3) наиболее вероятная скорость является минимальной из приведенных</p> | | | | | | | | | |
| 34 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Установите соответствие между термодинамическим процессом и соответствующей формулировкой первого начала термодинамики.</p> <table border="1" data-bbox="347 1659 1177 1850"> <thead> <tr> <th>Термодинамический процесс</th> <th>Формулировка первого начала термодинамики</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Изохорный</td> <td>А) $Q = \Delta U + A$</td> </tr> <tr> <td>2) Изобарный</td> <td>Б) $Q = \Delta U$</td> </tr> <tr> <td>3) Изотермический</td> <td>В) $Q = A$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-Б, 2-А, 3-В.</p> | Термодинамический процесс | Формулировка первого начала термодинамики | 1) Изохорный | А) $Q = \Delta U + A$ | 2) Изобарный | Б) $Q = \Delta U$ | 3) Изотермический | В) $Q = A$ | |
| Термодинамический процесс | Формулировка первого начала термодинамики | | | | | | | | | |
| 1) Изохорный | А) $Q = \Delta U + A$ | | | | | | | | | |
| 2) Изобарный | Б) $Q = \Delta U$ | | | | | | | | | |
| 3) Изотермический | В) $Q = A$ | | | | | | | | | |
| 35 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Какие из представленных утверждений являются верными?</p> | | | | | | | | | |

| | | |
|----|--|--|
| | <p>1) В циклических процессах невозможно все подводимое тепло полностью превратить в механическую работу.</p> <p>2) Обратимый цикл можно создать только из двух изотермических и двух адиабатических процессов.</p> <p>3) В циклических процессах возможно всё подводимое тепло полностью превратить в работу.</p> <p>4) КПД тепловой машины определяется исключительно температурами холодильника и нагревателя.</p> <p>Ответ: 1, 4, что соответствует формулировке второго начала термодинамики и принципу действия цикла Карно</p> | |
| 36 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Какое из представленных утверждений является верным?</p> <p>Величина S, вычисляемая по формуле: $S = k \cdot \ln P$ - это ... (k – постоянная Больцмана; P – термодинамическая вероятность)</p> <p>1) работа газа. 2) внутренняя энергия. 3) энтропия. 4) площадь поршня.</p> <p>Ответ: 3, согласно статистического смысла энтропии</p> | |
| 37 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Из второго начала термодинамики следует, что ...</p> <p>1) энтропия изолированной термодинамической системы не убывает. 2) энтропия изолированной термодинамической системы постоянна. 3) энтальпия изолированной термодинамической системы может только убывать.</p> <p>Ответ: 1, 2</p> | |
| 38 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Какой процесс можно назвать изоэнтальпийным?</p> <p>1) Изотермический. 2) Адиабатический. 3) Изобарический. 4) Изохорический.</p> <p>Ответ: 2, поскольку адиабатический процесс происходит без теплообмена</p> | |
| 39 | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Энтропия термодинамической системы является мерой ...</p> <p>1) числа возможных микросостояний. 2) инертности в термодинамической системе.</p> | |

| | | |
|----|--|--|
| | 3) беспорядка в термодинамической системе. 4) взаимодействия в термодинамической системе. Ответ: 1, 3, согласно статистического определения энтропии | |
| 40 | <i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Поправка b в уравнении Ван-дер-Ваальса для реальных газов обусловлена ... 1) силами притяжения между молекулами. 2) учетом собственного размера молекул. 3) уменьшением объема, доступного для движения молекул вследствие того, что молекулы газа имеют собственный объем. 4) наличием у молекул кинетической энергии. Ответ: 2, 3 | |

Примечание. Система оценивания тестовых заданий различного типа:

1) **Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора** считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2) **Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора** считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3) **Задание закрытого типа на установление соответствия** считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4) **Задание закрытого типа на установление последовательности** считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5) **Задание открытого типа с развернутым ответом** считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4).

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

В течение семестра каждый студент в соответствии с рабочей программой по дисциплине Физика должен выполнить определенное число лабораторных работ. На каждую лабораторную работу планируется не менее двух занятий: одно на выполнение измерений, и одно на защиту отчета. Отчет пишется не во время занятий, а дома или в библиотеке.

В начале семестра до начала занятий студент должен быть проинструктирован по технике безопасности при проведении лабораторных работ по физике. Прохождение инструктажа фиксируется в специальном журнале; там нужно обязательно расписаться.

В лабораторию студенты должны приходить подготовленными к назначенной работе. Необходимо заранее прочитать описание работы и теоретические сведения из соответствующего раздела курса. Не забывайте о рекомендованной литературе и обязательно получите в библиотеке все пособия, выпускаемые кафедрой.

Выполнять работу студенту разрешается, лишь после допуска, полученного после беседы с преподавателем. Преподаватель должен убедиться, что студент понимает:

- какие явления он будет наблюдать и исследовать;
- какая цель перед ним поставлена;
- какими приборами и как ведутся измерения;
- как следует проводить эксперимент.

Полученный допуск к работе отмечается преподавателем в журнале.

В процессе выполнения лабораторной работы нужно обязательно заполнить протокол измерений. У каждого студента протокол измерений должен быть свой; ведение одного протокола несколькими студентами вместе не допускается. Протокол ведется на листе формата А4. В протоколе должно быть отражено: точное полное название и номер лабораторной работы в соответствии с методическим пособием; фамилия, инициалы студента и номер группы; фамилия и инициалы преподавателя; таблица технических характеристик измерительных приборов (название прибора, рабочий диапазон, цена деления, класс точности и др.); параметры установки, на ней указанные; результаты измерений; дата и подпись студента.

Все записи должны вестись авторучкой, шариковой, капиллярной или гелевой ручкой. Запись наблюдений и данных карандашом не допускается, карандашом можно лишь чертить таблицы и графики. Ведение «черновиков протокола» и переписывание их в конце занятия начисто не рекомендуется; это ненужная трата времени и возможность допустить ошибку при переписывании. Старательность и аккуратность лучше проявить при оформлении отчета.

По окончании измерений протокол обязательно дается на подпись преподавателю. Без этой подписи протокол считается недействительным. Подпись студента в протоколе обозначает, что он отвечает за все проведенные измерения, а подпись преподавателя означает, что работа действительно выполнялась и указанные значения действительно получены именно тем студентом, который составил протокол.

По результатам, зафиксированным в протоколе измерений, студент дома пишет отчет и защищает его на следующем занятии. При защите отчета могут быть заданы любые вопросы по теории изучаемого явления и по полученным результатам. За принятый отчет преподаватель выставляет студенту оценку и после этого сообщает номер и название следующей лабораторной работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.

Она сформулирована в описании лабораторной работы, отсюда ее следует переписать.

2. Описание лабораторной установки.

Описание установки должно быть кратким. Следует ограничиться функциональной или электрической схемой установки. Не нужно приводить внешнего вида приборов. Далее необходимо описать эксперимент и перечислить измерительные приборы в таблице технических характеристик, перенесенной из протокола измерений.

3. Рабочие формулы.

Рабочими называются только те формулы, по которым непосредственно производятся вычисления исследуемых величин. Слева в формуле должно стоять то, что следует определить, справа - то, что измерялось в работе или известно. Все приведенные формулы должны быть пронумерованы.

Вывод формул и промежуточные выражения в этом разделе приводить не нужно. Формулы для вычисления погрешностей и проведения математической обработки результатов измерений в этом разделе тоже не приводятся.

4. Результаты измерений и вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены все измеренные и вычисленные результаты. По возможности, их нужно представлять в виде наглядных таблиц. В приводимых значениях нельзя оставлять лишние десятичные разряды (подробнее об этом пойдет речь ниже). В работе может быть несколько заданий, все они должны быть приведены в этом разделе.

5. Примеры вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены подробные примеры вычислений по каждой рабочей формуле. Не нужно приводить всех вычислений, вполне достаточно одного примера по каждой формуле. Этот раздел нужен для того, чтобы преподавателю было легче найти ошибку в вычислениях или измерениях, если таковые встретятся.

6. Вычисление погрешностей.

В этом разделе отчета должны быть представлены формулы, по которым проводилась математическая обработка результатов измерений. Должны быть выведены формулы, по которым вычислялись систематические и случайные погрешности и представлены примеры вычислений по каждой из них.

Этот раздел отчета самый сложный для студентов. По нему больше всего вопросов, в нем больше всего ошибок. Теория погрешностей обычно бывает написана для подготовленного читателя, знакомого с высшей математикой. В настоящем пособии авторы постарались оставить лишь самое важное по этой теме и изложить материал по возможности просто.

7. Графики и рисунки.

Небольшие графики и рисунки размещаются в тексте, а большие - формата А4 - приводятся на отдельном листе. В любом случае они должны быть подписаны и пронумерованы, на них должны быть ссылки в тексте отчета. Графики обязательно выполняются на миллиметровой бумаге. На каждой оси должно быть обозначено, какая величина и в каких единицах вдоль нее откладывается. На самих осях должны быть нанесены только узлы координатной сетки. Измеренные на опыте значения подписывать на осях не следует. На график обязательно наносятся все экспериментальные точки, и проводится соединяющая их линия. Около одной или нескольких точек откладываются систематические погрешности соответствующих измерений (подробнее об этом пойдет речь ниже).

8. Окончательные результаты, их обсуждение, выводы.

В этом разделе отчета нужно подвести итог проделанной работы. Следует написать, какие получены величины, и с какими погрешностями.

Если измерения проводились разными методами, то обязательно нужно сравнить эти результаты и их погрешности, сделать заключение, какой метод лучше, точнее, удобнее.

Если известно табличное значение измеренной величины, то нужно обязательно сравнить его с полученным на опыте значением и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

Если в работе значения одной и той же величины получены экспериментально и теоретически, то эти результаты нужно обязательно сравнить и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

В случае, когда между сравниваемыми величинами имеются недопустимые расхождения, это нужно обязательно отметить в отчете и высказать предположение о возможных причинах этого несовпадения.

Если в работе ставилось целью проверить какой-то физический закон или изучить явление, то в данном разделе необходимо дать обоснованный ответ на поставленный вопрос.

Вывод должен соответствовать цели работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в следующих пособиях, имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика. Лабораторный практикум // И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, Д.Е. Погарев, В.К. Прилипко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2014. 132 с.

2. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум // А.В. Копыльцов, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко. СПбГУАП, 2021. 103 с.

3. Волновая оптика. Лабораторный практикум // Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин. СПбГУАП, 2013. 68 с.

4. Волновая оптика. Учебно-методическое пособие // Е.Н. Котликов, Ю.А. Новикова, Г.В. Терещенко. СПбГУАП, 2019. 118 с.

Квантовая физика. Лабораторный практикум // В.М. Андреев, М.Ю. Егоров, И.И. Коваленко, А.В. Копыльцов, Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, Д.А. Попов, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2021. 90 с.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется по календарному учебному графику. Сроки контрольных мероприятий и сроки подведения итогов отображаются в рабочих учебных планах на семестр. Обучающийся должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные на данный семестр, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентами по результатам текущего контроля.

Основными формами текущего контроля знаний, обучающихся являются: устный опрос на лекционных или практических занятиях; защита лабораторных работ. Средствами текущего контроля знаний, обучающихся могут быть: беседы преподавателя и обучающегося; контрольные вопросы и задания. Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах не ниже минимальной оценки, установленной преподавателем по данному мероприятию.

Ликвидация задолженности, образовавшейся в случае пропуска обучающимся занятий без уважительной причины, отказа, обучающегося от ответов на занятиях, неудовлетворительного ответа, обучающегося на занятиях, неудовлетворительного выполнения контрольных, лабораторных и практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для промежуточной аттестации: получения зачета по учебной дисциплине или допуска к дифференциальному зачету или экзамену по учебной дисциплине.

В течение семестра для допуска к дифференциальному зачету или экзамену студенту необходимо сдать не менее 75% лабораторных и практических работ, выполнить тестирование в системе дистанционного обучения ГУАП <https://lms.guap.ru> не ниже оценки «удовлетворительно». В случае невыполнения вышеизложенного студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации, не может получить аттестационную оценку выше «удовлетворительно».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся рекомендуется так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП.

СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |