

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Практикум по специальности

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Иовлева О.В. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), Olga.Beloded@kpfu.ru ; инженер 2 категории Семенова Е.В. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), EYallina@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Ткаченко Л.А. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), luda\_tkachenko@inbox.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней
ПК-1	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы построения экспериментальных установок для исследования физических явлений;
- принципы использования компьютерной техники в экспериментальных установках;
- идеи экспериментов и экспериментальные схемы установок по определению фундаментальных констант и экспериментальному доказательству физических законов;
- основы обработки результатов измерений, в том числе , с использованием компьютера;

Должен уметь:

- самостоятельно ставить и решать экспериментальные задачи;
- пользоваться стандартными измерительными приборами;
- сопоставлять экспериментально полученные данные с установленными физическими законами;
- строить модели проводимых экспериментов;
- использовать компьютер как средство сбора, обработки и хранения экспериментальной информации;
- составлять отчеты об экспериментальных исследованиях.

Должен владеть:

- основными навыками экспериментального исследования физических явлений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- грамотно проводить физические эксперименты,
- применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 108 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; зачет в 6 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Определение среднего коэффициента теплоотдачи при вынужденном ламинарном движении жидкости в трубе круглого сечения при ее охлаждении в условиях естественной конвекции	5	0	0	0	0	6	0	2
2.	Тема 2. Определение проницаемости воздуха через мелкопористые керамические перегородки	5	0	0	0	0	6	0	2
3.	Тема 3. Определение коэффициента внутреннего трения в жидкости при различных температурах	5	0	0	0	0	6	0	2
4.	Тема 4. Определение коэффициента внутреннего трения воздуха при различных температурах	5	0	0	0	0	6	0	2
5.	Тема 5. Конструкция, принцип работы и система измерений гидростенда	5	0	0	0	0	6	0	2
6.	Тема 6. Движение жидкости в канале переменного сечения	5	0	0	0	0	6	0	2
7.	Тема 7. Кавитация в потоке жидкости	5	0	0	0	0	6	0	2
8.	Тема 8. Определение коэффициентов сопротивления трения и местных гидравлических сопротивлений в трубе	5	0	0	0	0	6	0	2
9.	Тема 9. Истечение жидкости из отверстия и насадков при постоянном напоре	5	0	0	0	0	6	0	2
10.	Тема 10. Исследование теплообмена излучением	6	0	0	0	0	6	0	2
11.	Тема 11. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре	6	0	0	0	0	6	0	2
12.	Тема 12. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити	6	0	0	0	0	7	0	2
13.	Тема 13. Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима	6	0	0	0	0	7	0	3
14.	Тема 14. Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении	6	0	0	0	0	7	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
15.	Тема 15. Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя	6	0	0	0	0	7	0	3
16.	Тема 16. Исследование теплопередачи при вынужденном течении нагретой жидкости в трубе круглого сечения (?труба в трубе?)	6	0	0	0	0	7	0	2
17.	Тема 17. Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима	6	0	0	0	0	7	0	2
	Итого		0	0	0	0	108	0	36

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Определение среднего коэффициента теплоотдачи при вынужденном ламинарном движении жидкости в трубе круглого сечения при ее охлаждении в условиях естественной конвекции

Исследование коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе круглого сечения. При движении жидкостей и газов в трубах и каналах существуют ламинарный ( $Re_{\text{ж},d} \leq 2300$ ), турбулентный ( $Re_{\text{ж},d} \geq 10^4$ ) и переходный от ламинарного к турбулентному ( $2300 < Re_{\text{ж},d} < 10^4$ ) режимы течения жидкости.

### Тема 2. Определение проницаемости воздуха через мелкопористые керамические перегородки

изучение моделей газопроницаемости материала (пористой металлокерамики). Экспериментальное определение удельной газопроницаемости материала при ламинарном течении газа через пористую цилиндрическую стенку. Определение пористости материала. Для определения значений требуемой удельной газопроницаемости конкретного материала необходимо знать давление под материалом и характер его распределения по толщине.

### Тема 3. Определение коэффициента внутреннего трения в жидкости при различных температурах

Определение температурной зависимости коэффициента внутреннего трения жидкости (глицерина или вазелинового масла) методом падающего груза (метод Стокса). Движущуюся жидкость рассматривают как совокупность непрерывных плотно прилегающих друг к другу слоёв (рисунок 1), каждый из которых движется с постоянной скоростью. Слои могут иметь различную толщину и скользят относительно друг друга, не перемешиваясь между собой.

### Тема 4. Определение коэффициента внутреннего трения воздуха при различных температурах

Определение величины коэффициента внутреннего трения воздуха и его температурной зависимости методом, основанным на истечении воздуха через капилляр (метод Пуазейля). Методика измерения коэффициента внутреннего трения. Молекулярно-кинетическая теория для коэффициента внутреннего трения. В работе измеряется:

$(h_1 - h_2)$  - разность уровней воды в манометре;

$V/t = G$  - объёмный расход воздуха при его течении через капилляр;

$t$  - средняя температура воздуха в капилляре.

### Тема 5. Конструкция, принцип работы и система измерений гидростенда

ознакомление с понятиями и единицами

измерений основных физических величин жидкости; измерение статического давления и давления торможения в поперечном сечении потока; определение скорости движения в точке потока, определение средней скорости в сечении потока, измерение расхода. Рабочий участок гидростенда для данной лабораторной работы представляет собой прозрачную трубу постоянного сечения

### Тема 6. Движение жидкости в канале переменного сечения

Экспериментальное подтверждение закона сохранения и превращения механической энергии с использованием уравнения Бернулли для потока несжимаемой

жидкости. При этом измеряются давление в потоке и давление торможения по длине канала переменного сечения; время заполнения водой фиксированного объёма. Рассчитываются объёмный расход жидкости, скорость потока жидкости в характерных сечениях трубы. Устанавливаются закономерности изменения вдоль потока несжимаемой жидкости давления и давления торможения, скорости движения и гидравлических потерь.

#### **Тема 7. Кавитация в потоке жидкости**

визуальное наблюдение кавитации жидкости в трубке Вентури; ознакомление с экспериментальным и расчётным методами определения кавитационного режима течения жидкости; экспериментальное определение критического кавитационного числа  $Kn_{кр}$  при движении жидкости в трубке Вентури. Кавитация (от лат. кавитас - пустота) - нарушение сплошности жидкости вследствие образования в ней пустот (пузырьков, пузырей, каверн), заполненных выделившимся из жидкости паром.

#### **Тема 8. Определение коэффициентов сопротивления трения и местных гидравлических сопротивлений в трубе**

1. Экспериментальное определение коэффициента сопротивления трения по длине трубы постоянного сечения, сравнение опытных значений коэффициента с вычисленными значениями по эмпирическим формулам.
2. Экспериментальное определение коэффициента местных сопротивлений в трубах, сравнение их значений со справочными данными.

#### **Тема 9. Истечение жидкости из отверстия и насадков при постоянном напоре**

1. Ознакомление с методами определения скорости и расхода жидкости при истечении при постоянном напоре из отверстия и различных форм сопел.
2. Экспериментальное определение коэффициентов скорости  $\mu$ ; расхода  $\mu$  и сужения струи  $\mu$  при истечении. Истечение жидкости из резервуара через отверстие или сопло в пространство, заполненное газом или той же жидкостью, характеризуется преобразованием запаса потенциальной энергии жидкости в резервуаре с большими или меньшими потерям в кинетическую энергию струи. Часть энергии необратимо расходуется на преодоление сопротивления кромок отверстия или сопла. Основной задачей является определение скорости истечения и расхода жидкости.

#### **Тема 10. Исследование теплообмена излучением**

экспериментальное определение интегрального коэффициента излучения тонкой вольфрамовой проволоки нагретой электрическим током в интервале температур от 100 до 800 оС.

Теплообмен излучением (лучистый, радиационный теплообмен), осуществляется в результате процессов превращения внутренней энергии вещества в энергию излучения, переноса энергии излучения и её поглощения веществом. Интенсивность этого обмена определяется взаимным расположением в пространстве тел, обменивающихся теплом, а так же свойствами поверхностей тел и среды, разделяющей эти тела. При этом любое тело, температура которого отлична от абсолютного нуля, испускает энергию, обусловленную нагревом тела. Это излучение называется собственным излучением тела.

#### **Тема 11. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре**

определение коэффициента теплоотдачи трубы при свободной конвекции воздуха и различных температурах поверхности трубы. Используются два метода расчета коэффициента: прямой по экспериментальным данным о тепловом потоке и температурном напоре; косвенный - основанный на решении уравнения теплопроводности с помощью теории подобия.

### **Тема 12. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити**

экспериментальное определение коэффициента теплопроводности воздуха, находящегося вокруг нагретой электрическим током нити. В работе определяется электрическая мощность, выделяемая в нити и температура нити.

Передача тепла осуществляется тремя различными процессами: теплопроводностью, конвекцией или излучением. Предполагая, что последние два не дают вклада в процесс передачи тепла, рассмотрим свойства плотности потока тепла в одномерной среде с градиентом температуры.

### **Тема 13. Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима**

экспериментальное определение коэффициента температуропроводности металлического образца при охлаждении в термостате с постоянной температурой среды.

Темп охлаждения (нагрева) однородного и изотропного тела при конечном значении коэффициента теплоотдачи пропорционален коэффициенту теплоотдачи, площади поверхности тела и обратно пропорционален его теплоёмкости.

### **Тема 14. Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении**

освоить принципы определения удельной теплоемкости при постоянном давлении методом протока; определить удельную теплоемкость воздуха при постоянном давлении; изучить методы измерения разности температур и расхода воздуха.

метод проточного калориметрирования для измерения удельной теплоемкости газов при постоянном давлении.

### **Тема 15. Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя**

экспериментально определить коэффициент теплопроводности текстолита методом цилиндрического слоя.

Рассмотрим стационарный процесс теплопроводности в цилиндрической стенке с внутренним радиусом  $r=r_1$  и внешним радиусом  $r=r_2$ . На поверхностях стенки заданы постоянные температуры  $t_{c1}$  и  $t_{c2}$ . В заданном интервале температур теплопроводность материала стенки постоянна. Температура стенки изменяется только в радиальном направлении. Процесс стационарный.

### **Тема 16. Исследование теплопередачи при вынужденном течении нагретой жидкости в трубе круглого сечения (?труба в трубе?)**

исследование закономерностей теплопередачи при вынужденной конвекции на примере теплообменника типа "труба в трубе".

работе изучается теплообменный аппарат, в котором теплоносители находятся в однофазном состоянии и не контактируют друг с другом непосредственно. Такие аппараты называют поверхностными теплообменниками или рекуперативными. Установка позволяет осуществить две простых схемы движения теплоносителей: прямоточную (теплоносители движутся в одном направлении) и противоточную (теплоносители движутся в противоположных направлениях). Целью данной работы является экспериментальное определение коэффициента теплопередачи от "горячего" теплоносителя к "холодному" и сравнение его с расчетной величиной.

### **Тема 17. Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима**

исследование процесса нестационарной теплопроводности на предмете тела, испытывающего охлаждение в регулярном режиме.

Установка предназначена экспериментального определения коэффициента теплоотдачи при медленном нагревании (охлаждении) металлических цилиндрических образцов в воздушном термостате.

Связь между временными и пространственными изменениями температуры в любой точке тела, в которых происходит процесс теплопроводности устанавливается уравнением теплопроводности.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Видеолекции и открытые образовательные материалы Физтеха - <https://lectoriy.mipt.ru/>

Электронная библиотека издательства "Лань" - <https://e.lanbook.com/books>

Электронный учебник по физике ИФ КФУ - <https://yadi.sk/d/9P0D8uCUjR3k6>

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Видеолекции по физике от МИТ - <http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

Коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru/>

Пакет прикладных программ фирмы Lleybold Didaktik - <http://www.leybold-shop.com/>

Федеральный портал - [http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)

Фишман А.И., Скворцов А.И., Даминов Р.В. Физические эксперименты, мультимедийное учебное пособие. М: NMG, 2008, DVD-диск - <https://yadi.sk/d/tPKxrvruYT8Hr>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**



Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Требуется проводить эксперименты и их обработку строго в соответствии с методическими рекомендациями к работам. Настоятельно рекомендуется пользоваться при постановке экспериментов, обработке данных и оформлении отчётов собственным компьютером (ноутбуком). Специализированное программное обеспечение LD (см пункт ) лицензировано для студентов КФУ
самостоятельная работа	Самостоятельная работа при работе в лабораториях общего физического практикума подразумевают предварительное ознакомление с теоретическим материалом перед выполнением эксперимента, обработку полученных результатов, оформление отчета. Перед защитой отчета у преподавателя необходимо подготовить ответы на вопросы, приведенные в конце каждой работы.
зачет	Зачет представляет собой устный опрос. При подготовке к зачету следует пользоваться конспектами лекций, литературой из рекомендованного списка, интернет-ресурсами. Необходимо четко себе представлять цель и задачи каждой работы, сформулировать выводы на основании полученных результатов, рассказать, какие физические закономерности проверялись и исследовались в процессе экспериментов.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки "Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

##### I. семестр

1.1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 1 Механика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2010. - 560 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2313>

1.2. Скворцов А.И Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по механике: (учебно-методическое пособие для студентов естественнонаучных направлений обучения). [Электронный ресурс] / А. И. Скворцов, В. В. Налётов, И. Р. Мухамедшин, О. В. Недопекин, Ю. В. Лысогорский, И. А. Ирисова, А. Е. Староверов: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2015 - 154 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_A5-001017.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-001017.pdf)

##### II. семестр

2.1. Захаров Ю.А. Основания молекулярно-кинетической теории. Законы идеального газа: методические указания по выполнению лабораторных работ общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. [Электронный ресурс] / Ю.А. Захаров, Р.М. Еремина, А. И. Скворцов, И. В. Яцык, Д. Р. Блохин, К.С. Усачев: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2014 - 53 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_040\\_000711.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_040_000711.pdf)

2.2. Еремина Р.М. Фазовые переходы. Второе начало термодинамики: методические указания по выполнению лабораторных работ общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике [Электронный ресурс] / Р.М. Еремина, В. В. Налётов, А. И. Скворцов, И. В. Яцык, Д. Р. Блохин, К.С. Усачев: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2014 - 57 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_040\\_000712.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_040_000712.pdf)

2.3. Еремина Р.М. Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела: методическое пособие [Электронный ресурс] / Р.М. Еремина, А. И. Скворцов, А. А. Мутыгуллина, О.Б. Салихова, Д. Р. Блохин: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2014 - 57 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_A5-000962.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000962.pdf)

##### III. семестр

3.1 Савельев, И.В. Курс общей физики в 3 т., Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. СПб: Изд. Лань, 2018. - 500 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/98246/>

3.2 Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Для вузов. В 5 т. Т. III. Электричество: учебное пособие. М.: Физматлит, 2015. - 656 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/72015/>

3.3 Иродов, И.Е. Электromагнетизм. Основные законы. М.: Лаборатория знаний, 2014. - 319 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/94160/>

##### IV. семестр

4.1. Бутиков, Е.И. Оптика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2764>

4.2. Ландсберг, Г.С. Оптика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2010. - 848 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2238>

4.3. Монахова Н.И. Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Поляризация света: методическое пособие [Электронный ресурс] / Н.И. Монахова, Е.А. Филиппова, А. И. Фишман: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2012 - 30 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_000990.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_000990.pdf)

4.4. Монахова Н.И. Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Геометрическая оптика: методическое пособие [Электронный ресурс] / Н.И. Монахова, Е.А. Филиппова, А. И. Фишман: Учебно-методические пособия - Электрон. дан. - Казань: Изд. КФУ, 2012 - 27 с. - Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_000991.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_000991.pdf)

4.5. Грачева И.Н. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы: электронный образовательный ресурс / И.Н. Грачева, Е.А. Филиппова, А.И. Фишман. - Казань, 2017. - 31 с. - Режим доступа: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/116170>

5.Иовлева О.В. Основы тепломассообмена и гидродинамики / О.В. Иовлева, В.М. Ларионов. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. - 96с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 1. Механика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 352 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/704>

2. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 352 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/705>

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 224 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/706>

4. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 256 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/707>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.13 Практикум по специальности

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.