

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **Программа дисциплины**

Тепломассообмен в колеблющихся средах Б1.В.ДВ.2

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Ткаченко Л.А.

**Рецензент(ы):** Кашапов Н.Ф.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) Ткаченко Л.А.

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПК-12	способностью разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований
ОПК-2	способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
ПК-19	готовностью управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию
ПК-8	способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные особенности научного метода познания;
- основные логические методы и приемы научного исследования;
- методологические теории и принципы современной технической физики;
- историю развития и современные проблемы технической физики, их философско-этический контекст, связь с другими разделами естествознания;
- стратегию научного поиска;
- методы организации научно-исследовательской работы;
- основные понятия, закономерности и методы математического моделирования тепломассообмена в колеблющихся потоках.

Должен уметь:

- осуществлять методологическое обоснование научного исследования;
- взаимодействовать со специалистами в других предметных областях;
- осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;
- самостоятельно выбрать адекватную модель тепломассообмена в изучаемых колеблющихся потоках, составить алгоритм расчета, составить программу (в необходимых случаях - воспользоваться известными пакетами прикладных программ) и произвести необходимые вычисления на компьютере.

Должен владеть:

- методологией научных исследований;
- навыками логико-методологического анализа;
- интерпретацией результатов научного исследования;
- способностью работать в междисциплинарном коллективе;
- методами управления знаниями;
- методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента;
- методами организации дистанционного обучения;
- технологиями и средствами проведения видеоконференций;
- методами математического моделирования объектов технической физики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики и энергетики с учетом экономических и экологических требований;

- готовность и способность применять физические и технические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области технической физики и энергетики.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

## 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 78 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	3	2	0	0	0
2.	Тема 2. Основные закономерности течения и теплообмена при воздействии колебаний	3	2	4	0	16
3.	Тема 3. Движение и теплообмен твердых частиц в волновых полях	3	4	4	0	22
4.	Тема 4. Тепло- и массообмен в паро- и газожидкостных средах	3	4	4	0	22
5.	Тема 5. Динамика аэрозолей при нелинейных колебаниях в ограниченных средах	3	2	4	0	18
	Итого		14	16	0	78

### 4.2 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Введение

Предмет изучения. Историческая справка. Основные понятия и терминология.

#### Тема 2. Основные закономерности течения и теплообмена при воздействии колебаний

Переменные, описывающие процессы переноса. Уравнение движения, состояния, энергии. Граничные условия. Внутренняя энергия. Диссипация энергии: декремент затухания. Безразмерные параметры.

#### Тема 3. Движение и теплообмен твердых частиц в волновых полях

Динамика твердых частиц, взвешенных в несжимаемой жидкости, при вибрационных воздействиях. Волновые силы. Коэффициент теплопередачи: низкие частоты, тепловое время релаксации.

#### Тема 4. Тепло- и массообмен в паро- и газожидкостных средах

Движение пузырьков в волновых полях. Динамика газовых включений в колеблющейся вязкой жидкости. Распространение звука в паро- и газожидкостных средах. Волновые уравнения. Тепловые процессы в волновой динамике пузырьков систем.

#### Тема 5. Динамика аэрозолей при нелинейных колебаниях в ограниченных средах

Акустическая коагуляция аэрозолей. Уравнения коагуляции. Коагуляция аэрозолей под действием периодических ударных волн. Коагуляция аэрозоля в трубе вблизи субгармонического резонанса. Движение твердых сферических частиц в волновом поле акустических резонаторов.

## 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. ♦ 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

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

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ОПК-2, ОПК-5, ПК-12, ПК-19, ПК-8	1. Введение 2. Основные закономерности течения и теплообмена при воздействии колебаний 3. Движение и теплообмен твердых частиц в волновых полях 4. Тепло- и массообмен в паро- и газожидкостных средах 5. Динамика аэрозолей при нелинейных колебаниях в ограниченных средах
	<b>Зачет</b>	ОПК-2, ОПК-5, ПК-12, ПК-19, ПК-8	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы</b>					

### Семестр 3

#### Текущий контроль

##### 1. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Движение при  $Re = 0$ .

Взаимодействие на границе раздела фаз.

Движение твердых частиц, взвешенных в волновых полях в сжимаемой среде.

Обтекание твердой частицы.

Тепло- и массообмен около частицы.

Частица в колеблющемся температурном поле неустановившийся коэффициент теплопередачи.

Волновые уравнения для среды с диссипативными эффектами.

Обтекание капли и пузырька.

Тепло- и массообмен около капли или пузырька.

Коэффициент затухания.

Коагуляция аэрозолей под действием ультразвуковых колебаний.

Влияние начальной концентрации капель аэрозоля на коагуляцию и осаждение в трубах.

Влияние режима колебаний на коагуляцию и осаждение капель аэрозоля.

Сепарация частиц в волновом поле трубы.

Влияние диаметра и массы частиц на их движение в волновом поле.

Особенности ускоренной коагуляции аэрозоля в открытой трубе.

Малые частицы: средний объем, масса, концентрация, уравнения сохранения для частицы.

Дрейф при  $Re \ll 1$ : давление жидкости, воздействие жидкости; затухание колебаний.

Волновые уравнения для среды без диссипации энергии. Комплексное волновое число.

Решение Смолуховского.

Влияние интенсивности колебаний, обусловленное изменением длины трубы на нелинейные колебания аэрозоля.

Динамика частицы в открытых трубах.

##### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Переменные, описывающие процессы переноса в гетерогенных средах.

2. Уравнение движения, состояния, энергии. Граничные условия.
3. Внутренняя энергия.
4. Диссипация энергии: декремент затухания.
5. Безразмерные параметры.
6. Малые частицы: средний объем, масса, концентрация, уравнения сохранения для частицы.
7. Движение при  $Re \rightarrow 0$ .
8. Взаимодействие на границе раздела фаз.
9. Динамика твердых частиц, взвешенных в несжимаемой жидкости, при вибрационных воздействиях.
10. Движение твердых частиц, взвешенных в волновых полях в сжимаемой среде.
11. Волновые силы.
12. Дрейф при  $Re \ll 1$ : давление жидкости, воздействие жидкости; затухание колебаний.
13. Обтекание твердой частицы.
14. Коэффициент теплопередачи: низкие частоты, тепловое время релаксации.
15. Частица в колеблющемся температурном поле неустановившийся коэффициент теплопередачи
16. Тепло- и массообмен около частицы
17. Движение пузырьков в волновых полях.
18. Динамика газовых включений в колеблющейся вязкой жидкости.
19. Распространение звука в паро- и газожидкостных средах.
20. Волновые уравнения для среды без диссипации энергии.
21. Волновые уравнения для среды с диссипативными эффектами
22. Комплексное волновое число.
23. Коэффициент затухания
24. Тепловые процессы в волновой динамике пузырьков систем.
25. Обтекание капли и пузырька.
26. Тепло- и массообмен около капли или пузырька
27. Акустическая коагуляция аэрозолей.
28. Уравнения коагуляции.
29. Решение Смолуховского.
30. Коагуляция аэрозолей под действием периодических ударных волн.
31. Коагуляция аэрозолей под действием ультразвуковых колебаний.
32. Коагуляция аэрозоля в трубе вблизи субгармонического резонанса.
33. Влияние интенсивности колебаний, обусловленное изменением длины трубы на нелинейные колебания аэрозоля.
34. Влияние начальной концентрации капель аэрозоля на коагуляцию и осаждение в трубах
35. Влияние режима колебаний на коагуляцию и осаждение капель аэрозоля.
36. Особенности ускоренной коагуляции аэрозоля в открытой трубе
37. Движение твердых сферических частиц в волновом поле акустических резонаторов.
38. Влияние диаметра и массы частиц на их движение в волновом поле
39. Сепарация частиц в волновом поле трубы.
40. Динамика частицы в открытых трубах.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	50
		Всего:	50
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Глазков, В.В. Динамика многофазных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Глазков. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 168 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107283>. ? Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

Волков, К.Н. Течения газа с частицами [Электронный ресурс] / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2008. ? 600 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47562>. ? Загл. с экрана.

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

Губайдуллин Д.А. Динамика двухфазных парогазокапельных сред. Казань: Изд-во Казанского матем.общества, 1998 - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm>

Кутателадзе С.С, Накоряков В.Е. Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах. Новосибирск: Наука, 1984 - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm>

Нелинейная волновая механика и технологии, Волновые и колебательные явления в основе высоких технологий, Ганиев Р.Ф., Украинский Л.Е., 2011 -

<https://nashol.com/2014013175526/nelineinaya-volnovaya-mehanika-i-tehnologii-volnovie-i-kolebatelnie-yavleniya-v-osnove-vis>

Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. ? М.: Наука, 1987. ч. I ? 464 с., ч. II ? 360 с. - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm>

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

Для изучения дисциплины учебным планом предусмотрено: 14 часов - лекций, 16 часов практических (семинарских) занятий и 78 часов самостоятельной работы студентов. По мере прохождения курса и изучения дисциплины студентам задаются контрольные вопросы. На практических (семинарских) занятиях предлагаются короткие дискуссии и обсуждение отдельных тем курса, выполняется решение задач. Самостоятельная работа состоит из работы над темами для самостоятельного изучения, подготовки к практическим занятиям, выполнения домашних контрольных работ и подготовки к зачету. По завершению курса форма контроля - зачет. Перед зачетом - плановая консультация по всему курсу. К зачету допускаются студенты, выполнившие аудиторские и домашние контрольные работы. Аттестация и зачет ставится по итогам занятий - регулярности посещения занятий, участия в дискуссиях, выполнению аудиторских и домашних заданий. На зачете студенту предлагается ответить на два вопроса по изучаемому курсу. При необходимости преподаватель может задавать дополнительные вопросы по его усмотрению.

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

Освоение дисциплины "Тепломассообмен в колеблющихся средах" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome



## Adobe Reader XI

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.

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

Освоение дисциплины "Тепломассообмен в колеблющихся средах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

### **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 16.04.01 "Техническая физика" и магистерской программе не предусмотрено .