

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. Гаюровский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Комплексные средства моделирования теплофизических процессов

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

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

### 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-1	способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ОПОП магистратуры)
ПК-4	готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, и законы преобразования энергии;
- законы термодинамики; термодинамические процессы и основы их анализа;
- термодинамику потока;
- основные законы механики жидких и газообразных сред;
- общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;
- модели течения жидкости и газа;
- применение законов движения жидкостей и газов в металлургическом производстве.

Должен уметь:

- оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов;
- анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в области теплоэнергетики;
- обосновывать практические инженерные решения по транспорту жидкостей и газов в трубопроводах и каналах, по изменению характера их движения в камерах промышленных печей, по выбору оборудования для эвакуации продуктов сгорания.

Должен владеть:

- методами анализа эффективности термодинамических процессов теплоэнергетического производства;
- методами расчета потоков жидкости и газа.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.N.02 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 1 зачетных(ые) единиц(ы) на 36 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 14 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 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)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Постановка теплофизических задач в ANSYS Multiphysics	2	2	0	2	0	0	0	2
2.	Тема 2. Решение задач в пакете ANSYS Multiphysics	2	3	0	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Учебно-справочный комплект решений теплофизических задач в пакете ANSYS Multiphysics	2	3	0	4	0	0	0	4
4.	Тема 4. Программный комплекс ANSYS CFX в CAE-технологиях	2	2	0	2	0	0	0	4
	Итого		10	0	12	0	0	0	14

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Постановка теплофизических задач в ANSYS Multiphysics**

1. Основные уравнения и условия однозначности в анализе теплофизических процессов металлургии
2. Задание граничных условий и параметров теплообмена в ANSYS Multiphysics
3. Особенности решения задач в программе FLOTTRAN

Рассматриваются особенности расчетного анализа теплофизических процессов в пакетах программ ANSYS Multiphysics и ANSYS FLOTTRAN, входящих в систему ANSYS.

**Тема 2. Решение задач в пакете ANSYS Multiphysics**

1. Графический интерфейс пользователя.....
2. Этапы препроцессорной подготовки решения.....
3. Этап получения решения и постпроцессорной

обработки результатов  
Рассматриваются особенности расчетного анализа теплофизических процессов в пакетах программ ANSYS Multiphysics и ANSYS FLOTTRAN, входящих в систему ANSYS.

**Тема 3. Учебно-справочный комплект решений теплофизических задач в пакете ANSYS Multiphysics**

1. Стационарный теплообмен в прямоугольной заготовке. Заданные температуры поверхностей
2. Стационарный теплообмен в двумерной перфорированной плите. Смешанное задание граничных условий...
3. Стационарный теплообмен в двумерной многослойной стенке. Нагрев группы тел
4. Стационарный теплообмен в рекуператоре с трехмерными ребренными стенками
5. Нестационарный теплообмен. Нагрев пластины в печи с жидким теплоносителем
6. Нестационарный теплообмен. Нагрев в печи заготовки со слоем окалины на поверхности
7. Нестационарный теплообмен. Нагрев пластины по заданному режиму с переменной во времени нагрузкой
8. Вариант задачи нестационарного теплообмена при нагреве пластины по заданному режиму...
9. Стационарный теплообмен в пластине, поверхности которой нагреваются излучением
10. Задачи гидроаэродинамики. Пакет ANSYS/FLOTTRAN

Содержит учебно-справочный комплект решений теплофизических задач в пакете ANSYS Multiphysics. Комплект разрабатывался специально для использования в профессиональной и

учебной деятельности специалистов и студентов соответствующих специальностей.

#### **Тема 4. Программный комплекс ANSYS CFX в CAE-технологиях**

1. Компьютерные технологии проектирования
2. Особенности вычислительного процесса в ANSYS CFX
3. Инженерный анализ при проектировании устройств нагрева металла
4. Пример использования ANSYS CFX при обосновании выбора способа отопления печей

показывает на примерах возможности и

методы проектного инженерного анализа с использованием

программного комплекса ANSYS CFX. Пакет CFX - это

профессиональный аналитический комплекс для решения термо-, гидро-, газодинамических задач, лидирующий среди программ

своего профиля.

#### **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 №14-55-99бин/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

#### **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)**

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ANSYS и САЕ-проектирование - <https://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%3Bsearch%2F%3Bweb%3B%3B&text=&etext=2202.vTD7pdqsbmEmu7vtrHEbv-HwTgY>  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ - [https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/2458.pdf](https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/2458.pdf)  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ - [https://radiophysics.unn.ru/sites/default/files/papers/2013\\_1\\_22.pdf](https://radiophysics.unn.ru/sites/default/files/papers/2013_1_22.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по учебной дисциплине проводятся, как правило, как проблемные в форме диалога (интерактивные).</p> <p>Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.</p> <p>Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.</p> <p>Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к семинарским и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.</p> <p>Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений, навыков и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.</p> <p>Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно - теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями.</p> <p>Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	1) определение цели самостоятельной работы; 2) конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи; 3) самооценка готовности к самостоятельной работе; 4) выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи; 5) планирование работы (самостоятельно или с помощью преподавателя) над заданием; 6) осуществление обучающимся в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля, промежуточного и конечного результатов работы и корректировка выполнения работы.
зачет	Главная задача зачетов и экзаменов - проверка качества усвоения содержания дисциплины. Форма проведения зачета определяется РПД текущего учебного года, возможно с применением дистанционных технологий. Готовиться к этапам промежуточной аттестации необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных ведущим преподавателем кафедры. Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. А при подготовке к практической части промежуточной аттестации, необходимо потренироваться в решении задач, изученных на практических занятиях. Присутствие на зачетах посторонних лиц, за исключением лиц, имеющих право осуществлять контроль за проведением зачетов, без разрешения зам. директора по УМР или директора филиала не допускается. Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации и при отсутствии уважительных причин признаются академической задолженностью.

**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.

**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 "Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика".

*Приложение 2*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*ФТД.N.02 Комплексные средства моделирования теплофизических процессов*

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

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Федорова Н.Н. и др. Основы работы в ANSYS 17 - Москва: ДМК-пресс, 2017 - 210с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604250.html>
2. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS: учебное пособие - Москва: ДМК-пресс, - 248с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/5-94074-074-X.html>
3. Мухутдинов А.Р. и др. Основы применения ANSYS Autodyn для решения задач моделирования быстропротекающих процессов: учебное пособие - Москва: КНИТУ, 2018 - 244с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788223902.html>
4. Свиридов В.Г. и др. Основы автоматизации теплофизического эксперимента: учебное пособие - Москва: МЭИ, 2019 - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013953.html>
5. Григорьев Б.А. и др. Теплофизические свойства углеводородов нефти, газовых конденсатов, природного и сопутствующих газов. Т. 1: монография - Москва: МЭИ, 2020 - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014226.html>
6. Лобода Е.Л. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА И ИК-ДИАГНОСТИКИ: учебно-методическое пособие - Москва: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017 - 39с. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/tgu\\_079.html](https://www.studentlibrary.ru/book/tgu_079.html)

**Дополнительная литература:**

1. Пономарев С.В. и др. Теоретические и практические основы теплофизических измерений - Москва: Физматлит, 2008 - 408с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109567.html>
2. Лобода Е.Л. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА И ИК-ДИАГНОСТИКИ: учебно-методическое пособие - Москва: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017 - 39с. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/tgu\\_079.html](https://www.studentlibrary.ru/book/tgu_079.html)
3. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS - Москва: ДМК-пресс, 2005 - 248с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/5-94074-074-X.html>
4. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя - Москва: ДМК-пресс, 2008 - 640с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940741088.html>

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*ФТД.N.02 Комплексные средства моделирования теплофизических*  
*процессов*

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

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.