

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.10.2024 17:08:52
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Отдел аспирантуры и докторантуры
энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника
Направленность	Теоретическая и прикладная теплотехника
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях»

профессор М. П. Тюрин
преподаватель Е. Н. Гужавина
Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях» обучающийся должен

- описать состояние отечественного топливно-энергетического потенциала и динамику его использования, связь энергопотребления с уровнем жизни населения и развитием экономики;
- сформировать понимание роли энергии в современном производстве, понимание необходимости энергосбережения; связи энергосбережения с темпами развития экономики;
- объяснить современные методы энергосбережения в энергетике, методы анализа энергетической эффективности теплоэнергетических и теплотехнических систем;
- ознакомить аспирантов с методиками расчета и экспериментального определения энергоэффективности;
- продемонстрировать профессиональную готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности в области энергосбережения;
- применить на практике умения и навыки использования средств современных информационных и коммуникационных технологий в научно-исследовательской и педагогической деятельности.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях» включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 2.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.) или 64 академических часов (час), в том числе 8 часов лекции, 18 часов практических занятий и 38 часа самостоятельной работы.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении предыдущих дисциплин: «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники, теплотехнологий и энергосбережения», «Энергосбережение и экологические проблемы промышленности», «Вторичные энергетические ресурсы в теплоэнергетике и основные направления их использования», «Проектирование систем энергосбережения с использованием компьютерных технологий и нормативно-правовых актов в области энергосбережения и экологии», «Альтернативные источники энергии и основные направления их использования».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: перечислить основные проблемы в науке и высоких технологиях, особенности методов научного исследования теплоэнергетических процессов. Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные преимущества и недостатки этих вариантов. Владеть: навыками критического анализа современных научных достижений и методологических проблем, возникающих при решении исследовательских практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способность	Знать: описать особенности мировоззренческих	<i>Л,</i>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	позиций и профессиональных навыков, основные концепции современной философии науки, стадии развития науки, основы научной картины мира.	<i>ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах при работе в российских и международных исследовательских коллективах. Уметь: следовать нормам научного общения при работе в коллективе с целью решения своих профессиональных задач, нести ответственность перед коллегами и обществом. Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при работе в научных коллективах, навыками планирования научной деятельности в коллективе, оценки ее результативности, различными видами коммуникации.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;	Знать: основной круг проблем в своей профессиональной сфере и методы их решения, историю становления и развития научных школ, полемику и взаимодействие между ними. Уметь: анализировать, обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли, выбирать наиболее эффективные методы теоретических и экспериментальных исследований. Владеть: современными методами, инструментарием и технологиями научно-исследовательской деятельности в своей профессиональной области, навыками публикации своих научных достижений.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;	Знать: актуальные проблемы и тенденции развития теплоэнергетики и теплотехники, основные источники и методы поиска информации, необходимой в исследованиях Уметь: разрабатывать разделы своей научной работы в соответствии с выбранным методическим подходом, вести их конструктивное обсуждение. Владеть: методами прикладных научных исследований в теплоэнергетике, методами патентного поиска, навыками проведения экспертизы полученных результатов, навыками подготовки аналитических обзоров.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Готовность освоить и применять на практике новые методы расчета и математического моделирования теплотехнологического оборудования предприятий, включая оптимизацию его тепловых схем и	Знать: результаты современных исследований теплотехнического оборудования, опубликованные в ведущих научных журналах и монографиях, существующие междисциплинарные связи и возможности исследований на стыке наук. Уметь: создавать собственные аналитические модели и применять их к решению конкретных задач теплоэнергетики и теплофизики. Владеть: навыками математического моделирования и оптимизации тепловых процессов в	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
параметров теплоносителей;	теплоэнергетическом оборудовании, навыками использования прикладных компьютерных программ.	
Готовность к разработке инновационных теплоиспользующих и теплопередающих установок, обладающих улучшенными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками;	Знать: методы и средства проектирования теплотехнологических процессов, перспективы развития энергетики на альтернативных и возобновляемых ресурсах, методы интенсификации теплообмена. Уметь: проводить расчеты и термодинамический анализ эффективности тепловых процессов, циклов и установок, систематизировать и обобщать информацию по технико-экономическим и эксплуатационным характеристикам оборудования Владеть: навыками разработки новых теплообменных аппаратов и термотрансформаторов, методами принятия решений по применению инновационных мероприятий и оборудования в теплоэнергетических системах.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способность разрабатывать теоретические основы и методы энергосбережения в теплотехнологических установках и тепловых сетях и связанные с ними вопросы экономии ресурсов и защиты окружающей среды;	Знать: описать динамику энергопотребления в России и в мире, назвать термодинамические, натуральные и экономические показатели оценки энергоэффективности и особенности их применения в теплоэнергетике и тепловых технологиях. Уметь: оценить составляющие энергетических балансов предприятий и описать методику составления энергетического паспорта объекта. Владеть: дать оценку методам энергосбережения при производстве тепловой энергии в котельных и на ТЭЦ. Оценить особенности энергосбережения в системах транспортировки и распределения тепловой энергии, а также в теплоиспользующих технологиях.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Готовность к разработке инновационных методов преобразования различных видов энергии в теплоту с целью экономии энергоресурсов и улучшения качества технологической продукции предприятий.	Знать: перечислить общие принципы энергосбережения в инженерных системах зданий и сооружений, особенности использования для этих целей вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	64
Лекции (ч)	8
Практические занятия (семинары) (ч)	18

Самостоятельная работа (ч)	38
Форма контроля (зач./экз.)	Экзамен (26)

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
Проблемы современного производства энергетической продукции	1. Классификация топливно - энергетических ресурсов, структура энергетики России. Динамика и показатели производства и потребления энергоресурсов в России и в мире.	1	1. Первичные энергоресурсы: их запасы, характеристики и использование в энергетике и промышленности.	2	<i>Коллоквиум</i>
Термодинамические основы энергосбережения	2. Термодинамические показатели оценки энергетической эффективности и их применение в теплоэнергетике и теплотехнологиях.	1	2. Расчет энергетического КПД объектов (тепловой электростанции, парового котла, передачи тепла по теплосети, технологических установок)	2	<i>Индивидуальное домашнее задание</i>
	3. Энергетический и эксергетический анализ процессов производства и потребления энергии в промышленности. Обратимое окисление топлив и его перспективы	1	3. Расчет энергетического и эксергетического КПД при выработке теплоты на ТЭЦ и в промышленной котельной	2	
Энергосбережение в системах производства и распределения теплоты	4. Парогазовые и газотурбинные установки в промышленной энергетике. Теплофикация и регенерация тепла. Производство низкопотенциальной теплоты.	1	4. Выбор параметров и расчеты циклов парогазовых и газотурбинных установок. Влияние регенерации тепла на эффективность циклов и экономиию топлива.	2	<i>Контрольная работа</i>
	5. Когенерация и трансформация теплоты в промышленной теплоэнергетике.	1	5. Расчеты энергосберегающих мероприятий на ТЭЦ и в промышленной котельной	2	
Энергосбережение в тепловых промышленных технологиях	6. Тепловые балансы теплотехнологических установок; их энергетические и эксергетические КПД.	1	6. Расчет тепловых балансов установок высокотемпературной и низкотемпературной технологии.	3	<i>Контрольная работа</i>
Основы энергетического аудита предприятий	8. Государственная политика и нормативная база в области энергосбережения.	1	8. Разработка порядка проведения энергоаудита предприятия и составление	3	

			его энергетического паспорта		
ВСЕГО часов в семестре		8		18	<i>Экзамен</i>

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Проблемы современного производства энергетической продукции	<i>Подготовка к коллоквиуму по разделу 1</i>	4
2	Термодинамические основы энергосбережения	<i>Подготовка индивидуального домашнего задания</i>	16
3	Энергосбережение в системах производства и распределения теплоты	<i>Подготовка к контрольной работе по разделу 3</i>	4
4	Энергосбережение в тепловых промышленных технологиях	<i>Подготовка к контрольной работе по разделу 4</i>	4
5	Основы энергетического аудита предприятий	<i>Написание реферата, Подготовка к коллоквиуму по разделу 5</i>	6 4
ВСЕГО часов в семестре:			38

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях» используются следующие образовательные технологии:

- коллоквиум;
- контрольная работа
- индивидуальное домашнее задание
- реферат

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля (тестирования)

Вопросы к коллоквиуму по разделу 1

- Назовите первичные топливно-энергетические ресурсы;
- Назовите ориентировочные значения теплоты сгорания различных топлив;
- Какие возобновляемые энергоресурсы наиболее перспективны для России?
- Какие виды энергоресурсов относятся к моторному топливу?
- Для каких целей используется тепловая энергия в промышленности и жилищно-коммунальной сфере?
- Какая доля электроэнергии в России вырабатывается на атомных электростанциях?
- Что является основным производителем тепловой энергии в России – ТЭЦ или котельные?
- Назовите основные виды вторичных энергоресурсов;
- Для чего вводится понятие «условное топливо»?
- Каково общее потребление энергоресурсов в мире и в России?
- Причины большей энергоёмкости ВВП в России по сравнению с промышленно развитыми странами?
- Что такое потенциал энергосбережения?
- По каким показателям можно судить об эффективности энергоиспользования?

Тематика индивидуального домашнего задания в разделе 2

- Рассчитать термодинамическую эффективность паросиловой установки. Расчет произвести методом КПД и эксергетическим методом. Провести анализ полученных результатов, указав основные источники потерь энергии в цикле.
- Рассчитать термодинамическую эффективность газотурбинной установки. Расчет произвести методом КПД и эксергетическим методом. Провести анализ полученных результатов, указав основные источники потерь энергии в цикле.
- Рассчитать термодинамическую эффективность теплонасосной установки в системе теплоснабжения. Расчет произвести методом КПД и эксергетическим методом. Провести анализ полученных результатов, указав основные источники потерь энергии в цикле.
- Рассчитать термодинамическую эффективность промышленного утилизатора теплоты. Расчет произвести методом КПД и эксергетическим методом. Провести анализ полученных результатов, указав основные источники потерь энергии в теплоутилизаторе.

Вопросы к контрольной работе по разделу 3

- Назовите преимущества и недостатки автономных источников тепла по сравнению с централизованными;
- Какие преимущества дает перевод паровых котлов в водогрейный режим?
- Запишите выражение для расчета КПД парового и водогрейного котла;
- Назовите основные энергосберегающие мероприятия для снижения потерь тепла с уходящими газами котлов;
- Как влияет коэффициент избытка воздуха на КПД котла?
- Почему перевод котла на газовое топливо ведет к росту его КПД?
- Назовите параметры теплоносителя в водяных и паровых теплосетях;
- Какие потери ресурсов имеют место при работе тепловой сети?
- Как рассчитать потери тепла сетевым трубопроводом при разных способах его прокладки?
- Как вырастет гидравлическое сопротивление трубопровода, если его диаметр уменьшился на 3% из-за отложений?

Вопросы к контрольной работе по разделу 4

- Назовите основные составляющие теплового баланса теплотехнологического агрегата;
- Назовите основные виды потерь энергии при тепловой сушке материалов;
- Назовите энергосберегающие мероприятия для зданий и сооружений; приведите примеры;
- Как снизить потребление энергии насосами и вентиляторами?
- Назовите виды ВЭР, запишите выражение для расчета их выхода;
- Как оценить сэкономленную энергию за счет утилизации ВЭР?
- Назовите основные методы утилизации тепловых ВЭР;
- Нарисуйте схему парокompрессионного теплового насоса и поясните принцип его работы.

Тематика рефератов по разделу 5

- Нормирование теплопотребления зданиями и сооружениями на стадии их проектирования.
- Метод нормирования теплового потребления по укрупненным показателям;
- Связь между энергетическим аудитом и энергосбережением;
- Содержание и порядок проведения энергетических обследований организаций;
- Порядок составления энергетического баланса промышленного предприятия;
- Направления энергосбережения в системах воздухообеспечения предприятий.

Вопросы к коллоквиуму по разделу 5

- Как уменьшить теплопотребление в зданиях?
- Какой расход горячей воды используется при нормировании ее потребления системой ГВС?
- Назовите методы разработки норм расхода топливно-энергетических ресурсов;
- Как устроен теплосчетчик? Какие датчики входят в его состав?
- Как нормируются потери теплоты в тепловых сетях?
- Чем различается учет тепловой энергии в открытых и закрытых системах теплоснабжения?
- Какие требования предъявляются к теплосчетчикам?

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (Экзамен)

1. Назовите топливно-энергетические ресурсы, которые можно отнести к первичным и вторичным.
2. Почему экономия единицы энергии у конечных потребителей дает больший эффект, чем ее экономия при производстве и распределении?
3. Причины большей энергоемкости ВВП в России по сравнению с промышленно развитыми странами
4. Каков потенциал энергосбережения в экономике России? Как он распределяется по отраслям хозяйственной деятельности?
5. Каковы прогнозы изменения энергопотребления в отечественной и мировой экономиках?
6. Что означает понятие «энергетическая безопасность страны»? Назовите ее важнейшие принципы. Какие проблемы нужно решить для ее обеспечения?
7. Поясните физические основы нормирования теплопотребления зданиями по укрупненным показателям. Когда используется этот метод? Какие факторы влияют на нормы теплопотребления зданиями? Как уменьшить теплопотребление зданий?
8. Как может быть организована совместная работа ПТУ и ГТУ в установках парогазового цикла?
9. Назовите основные преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения по сравнению с централизованными
10. Запишите выражения для КПД парового и водогрейного котла. Какие преимущества дает перевод паровых котлов в водогрейный режим?
11. Перечислите способы повышения КПД электростанций с паротурбинным циклом
12. Каковы основные принципы энергосбережения в зданиях и сооружениях? Приведите примеры энергосберегающих мероприятий. Какие из них дают наибольший эффект?
13. Приведите классификацию энергосберегающих мероприятий в сушильных установках. Назовите основные виды потерь при сушке.
14. Назовите основные составляющие теплового баланса для установок по обработке текстильных материалов в жидкости. Перечислите виды потерь тепла в них
15. Назовите основные способы экономии теплоты в выпарных и ректификационных установках
16. Поясните связь между энергоаудитом и энергосбережением. Назовите цели, задачи и уровни энергоаудита
17. Запишите в общем виде энергобаланс промышленного предприятия. Расскажите как можно пересчитать в условное топливо составляющие топливно - энергетического баланса предприятия, выраженные в натуральных единицах.
18. Дайте определение ВЭР, укажите их виды и приведите выражение для расчета коэффициента выхода для заданного вида ВЭР
19. Приведите примеры неэффективного использования энергии в конкретной теплотехнологии и возможные варианты энергосбережения
20. Приведите примеры утилизации теплоты с помощью рекуперативных теплообменников, КТАН, детандер-генераторных установок.
21. Укажите возможные источники и способы утилизации высокотемпературных ВЭР.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина	Энергосбережение в котельных установках ТЭС и системах теплоснабжения	Монография	М.: НИЦ ИНФРА-М	2016		
2.	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	Учебное пособие	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2017		
3.	Жмакин Л.И.	Тепломассообменные процессы и оборудование в легкой и текстильной промышленности	Учебное пособие	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2017		
4.	Жмакин Л.И.	Тепломассообменные процессы в текстильных материалах	Монография	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2017		
5.	А.И. Колесников, М.Н. Федоров, Ю.М. Варфоломеев.	Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2010		
6.	А.М. Протасевич	Энергосбережение в системах теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха	Учебное пособие	М.: НИЦ Инфра-М	2013		
7.	А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова	Энергосберегающие технологии в промышленности	Учебное пособие	М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М	2015		
8.	Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин	Технология энергосбережения	Учебник	М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М	2013		
9.	Денчев К.	Парадигма энергетической безопасности	Учебное пособие	М.: НИЦ Инфра-М	2015		
10.	Ольшанский А.И.	Основы энергосбережения	Учебное пособие	М.: НИЦ Инфра-М	2015		
11.	Мазур Л.С.	Техническая термодинамика	Учебник	М.: НИЦ Инфра-М	2015		
12.	Соколовский Р.И., Шарпар Н. М.	Тепловой расчет газотурбинной установки	Учебное пособие	М: РИО МГУДТ	2014		
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	П.В.Деменчук Л.И.Жмакин и др.	Экономия тепловой энергии на предприятиях текстильной промышленности	Учебное пособие	М. РИО МГТА им А.Н.Косыгина	1994		

2.	Кириллин В.А. Сычев В.В., Шейдлин А.Е.	Техническая термодинамика	Учебник	ИД МЭИ	2008		
3.	Козляков В.В., Соколовский Р.И.	Газовые турбины в промышленной энергетике	Монография	М. РИО МГТУ им. А.Н.Косыгина	2003		
4.	Фокин В.М.	Основы энергосбережения и энергоаудита	Учебное пособие	М. Изд. Машиностроение	2006		

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс eLibrary.ru) https://www.elibrary.ru/
5.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013г
	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	компьютерная техника (15 компьютеров Aquarius) ; подключение к сети «Интернет»
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

1.1. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helix-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое