



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

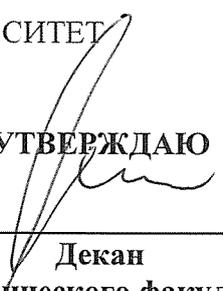
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО


Руководитель программы
аспирантуры
профессор В.А.Лебедев

УТВЕРЖДАЮ


Декан
энергетического факультета
профессор В.А. Шпенст

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.4. Энергетика и электротехника
Научная специальность:	2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника
Направленность (профиль):	Теплоэнергетические технологии
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. П.В.Яковлев

Рабочая программа дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» составлена:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника (профилю) «Теплоэнергетические технологии».

Составитель:

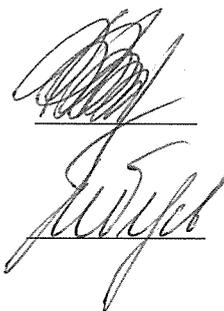


д.т.н., проф. П.В.Яковлев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики «31» августа 2022 г., протокол № 1.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
теплотехники и теплоэнергетики

к.т.н., проф. В.А. Лебедев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов современного научного мировоззрения и профессиональных компетенций (знаний и навыков) в области моделирования тепловых процессов и систем промышленных теплоэнергетических установок.

Основные задачи дисциплины:

- изучение аспирантами теоретических, методических и технологических достижений современной науки и практики в области моделирования тепловых процессов в установках тепловой энергетики;
- формирование знаний о современных принципах, методах моделирования теплоэнергетических процессов и аппаратов;
- изучение математических методов, схем и средств математического моделирования физических процессов, основанных на методе конечных разностей, с учётом математического и физического подходов;
- формирование у аспирантов умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности в области моделирования тепловых процессов;
- овладение аспирантами современными научными инструментами и методами численного моделирования;
- оценка влияния различных термодинамических и конструктивных параметров с целью повышения эффективности; – подготовка аспирантов к деятельности по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов моделирования теплоэнергетических процессов и аппаратов
- мотивация аспирантов к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области тепловой энергетики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина является факультативной и входит в состав составляющей «Дисциплины (модули), в том числе элективные, раздел факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника (профилю) «Теплоэнергетические технологии» и изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики;
- основные математические модели;
- современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем;
- приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.

- методы и средства анализа и систематизации научно-технической информации.

уметь:

- использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей;
- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.
- проводить теоретические исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках;
- анализировать и систематизировать научно-техническую информацию;
- обоснованно выбирать технические и критерии оценки принимаемых решений в области моделирования теплоэнергетических установок;
- использовать знания и опыт работы в программных продуктах ZULU, Ansys, SolidWorks.

владеть:

- методами математического моделирования;
- методами расчета теплотехнического оборудования и систем;
- методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.
- навыками расчетов теплоэнергетических установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов;
- навыками анализа и систематизации научно-технической информации;
- методами обоснования технических и технологических критериев оценки при проектировании промышленных теплоэнергетических установок;
- методами оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов в теплоэнергетических установках;
- приёмами разработки новых конструкций теплоэнергетических установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками;
- навыками разработки теоретических аспектов и методов интенсивного энергосбережения при проектировании промышленных теплоэнергетических установок.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

Критерии оценивания уровня владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей программы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 36 академических часов, 1 зачётная единица.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	10	10
Лекции	10	10
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе	26	26

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины	2	2
Подготовка к устным опросам и дискуссиям	10	10
Выполнение индивидуального задания	14	14
Трудоемкость дисциплины	36	36
Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации		
ак. час.	36	36
зач. ед.	1	1

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем	16	4	-	-	12
2.	Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности	20	6	-	-	14
	Итого:	36	10	-	-	26

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на изучение основных принципов проектирования, организации и технологии эксплуатации промышленных теплоэнергетических установок, а также проблематике исследования термодинамических и теплофизических процессов установок, обеспечение понимания аспирантами особенностей и специфики исследовательской деятельности в предметной области, взаимосвязь полученных знаний с наукой и практикой.

Тема 1. Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем

Введение. Современные тенденции развития промышленных теплоэнергетических систем. Основные принципы организации процесса математического моделирования в теплоэнергетических установках. Методы расчёта теплоэнергетического оборудования. Системный анализ в задачах математического моделирования. Основные принципы организации процесса математического моделирования в теплоэнергетических установках.

Постановка задач, формализация моделей, допущения и ограничения моделей, реализация моделей на компьютерах, проверка адекватности моделей, идентификация параметров модели. Применение автоматизированных систем для анализа теплофизических процессов. Численный и экспериментальный методы исследования как единая основа научных исследований в теплоэнергетике.

Самостоятельная работа.

Основные методы проектирования. Численные эксперименты. Программные продукты, используемые для расчёта промышленных теплоэнергетических установок, особенности и область их применения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2]; дополнительная: [3-7].

Тема 2. Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности

Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности. Одномерные, двумерные и трехмерные модели. Нестационарные модели. Составления результатов компьютерного моделирования с известными теоретическими и расчетными данными. Основы экспериментального обоснования и идентификации параметров в технической физике для гидродинамических явлений. Моделирование процессов многофазной физики, моделирование фазовых переходов.

Самостоятельная работа.

Выполнение индивидуального задания по оптимизации промышленной теплоэнергетической установки в соответствии с выбранной тематикой исследования:

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2]; дополнительная: [3-7].

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Проведение текущего контроля успеваемости

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- участие аспиранта в дискуссиях по темам дисциплины (устный ответ).

6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

Тема 1. «Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем»

1. Теория математического моделирования. Концепция и основные подходы математического моделирования.
2. Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем. Системный анализ в задачах математического моделирования.
3. Основные этапы физико-математического моделирования. Основные принципы организации процесса математического моделирования в теплоэнергетических установках.
4. Постановка задач, формализация моделей, допущения и ограничения моделей, реализация моделей на компьютерах, проверка адекватности моделей, идентификация параметров модели.
5. Классификация физико-математических моделей. Основания для классификации моделей.
6. Методы математического моделирования. Численные методы решения задач в технической физике.
7. Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности. Одномерные, двумерные и трехмерные модели. Нестационарные модели.
8. Современные численные методы решения задач.

Тема 2. Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности

1. Компьютерная реализация математических моделей. Основные принципы и методы компьютерной реализации математических моделей.
2. Идентификация и обоснование моделей в технической физике.
3. Составления результатов компьютерного моделирования с известными теоретическими и расчетными данными.
4. Основы экспериментального обоснования и идентификации параметров в теплоэнергетических задачах.
5. Математическое моделирование в гидродинамике и теплофизике. Гидродинамические модели.

6.3 Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

Знания, умения и навыки обучающихся необходимо определяются следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки за ответы на вопросы выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при ответе на дополнительные вопросы:

а) обучающийся ответил правильно, но при этом допустил незначительные неточности в формулировании определений, принципов работ или ошибки при ответах на вопросы (ошибки оценки промежуточных результатов, неполноты сделанных выводов);

б) обучающийся правильно ответил (смотри оценка «отлично») и допустил значительные погрешности.

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения при ответах на вопросы;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями отвечает или по существу не отвечает на дополнительные вопросы.

6.6 Примерный перечень вопросов для дифференцированного зачета

1. Системы и методы моделирования. Система и методы анализа. Основные понятия и определения.
2. Методы моделирования процессов, условное, физические, математические и аналоговое моделирование, основные принципы, особенности и области применения.
3. Физическое моделирование, определение условных критериев подобия путём анализа размерностей, Пи-теорема. Основные положения и принципы использования элементов теории подобия и размерностей для моделирования процессов.
4. Прикладное значение теории подобия и размерностей для решения задач в теплоэнергетике
5. Понятие математической модели и общие принципы и этапы ее построения. Требования к математическим моделям, точность, адекватность, универсальность, экономичность математических моделей. Структурные и функциональные математические модели
6. Уравнение Бернулли, уравнение движения Навье-Стокса. Постановка задачи, выбор условий однозначности
7. Методы решения сопряженных задач. Постановка задачи, примеры решения.
8. Первичная статистическая обработка исходных данных, проверка статистических гипотез, параметрические, непараметрические критерии проверки однородности двух и более выборок.
9. Задачи и методы отбора и выделения определяющих, наиболее значимых факторов и отсева несущественных, малозначимых факторов
10. Многомерный факторный анализ, методы сокращения количества факторов, ос-

новные принципы формирования комплексных (обобщенных) переменных. Критериальная форма представления зависимостей..

11. Основные принципы численного моделирования.
12. Сеточные методы. Идеи метода конечных разностей (МКР), конечных объемов (МКО), граничных элементов. Метод конечных элементов (МКЭ), его основные отличия от других сеточных методов.
13. Порядок аппроксимации. Порядок точности. Устойчивость. Порядок аппроксимации в МКР. Схема второго порядка. Схемы повышенного порядка точности МКР и МКО.
14. Аппроксимация начально-краевых задач для дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типов. Явные, неявные схемы. Решение задач с гармоническими по времени источниками.
15. Методы описания двумерных расчётных областей. Структуры данных для описания двумерных задач. Алгоритмы построения сеток. Триангуляции. наброс узлов. Триангуляция Делоне, её достоинства и недостатки. Фронтальные методы построения триангуляций..
16. Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки..
17. Применение узлового МКЭ для решения векторных задач..
18. Скалярные и векторные поля. Графическое изображение полей. Смысл операторов дивергенция и ротор. Понятие сосредоточенных и распределенных источников.
19. Систематические и случайные отклонения в данных. Способы уменьшения влияния шума на результат восстановления параметров..
20. Способы и инструменты работы с сетками

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

7.1. Основная литература

1. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-9551-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200447> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Каплунов, С. М. Оценка устойчивости трубных пучков теплообменных аппаратов методами численного моделирования : учебное пособие / С. М. Каплунов, А. В. Самолысов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 59 с. — ISBN 978-5-7038-5268-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172731> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература

3. Нагаева, И. А. Основы математического моделирования и численные методы : учебное пособие для вузов / И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-9462-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233252> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Вагин, Д. В. Численное моделирование динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями : учебное пособие / Д. В. Вагин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 63 с. — ISBN 978-5-7782-3941-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152268> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Баутин, С. П. Численное моделирование трехмерных нестационарных течений сжимаемого вязкого теплопроводного газа : монография / С. П. Баутин. — Екатеринбург : , 2020. — 289 с. — ISBN 978-5-94614-481-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170396> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Баутин, С. П. Аналитическое и численное моделирование течений газа при учете действия силы Кориолиса : монография / С. П. Баутин, И. Ю. Крутова. — Екатеринбург : , 2019. — 181 с. — ISBN 978-5-94614-476-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121400> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Оконечников, А. С. Прочностные и динамические расчеты в программном комплексе ANSYS WORKBENCH : учебное пособие / А. С. Оконечников, С. Д. , Ф. Г. . — Москва : МАИ, 2021. — 101 с. — ISBN 978-5-4316-0805-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207485> (дата обращения: 20.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Индивидуальные задания по дисциплине.

7.4. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.5. Электронно-библиотечные системы:

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

7.6 Современные профессиональные базы данных:

-Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>

-«Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>

-«Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

7.7 Информационные справочные системы:

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru/

3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от «__» _____ 20__ года, протокол №_____.

Заведующий кафедрой Теплотехники и тепло-
энергетики _____

к.т.н., проф. В.А. Лебедев

Рабочая программа дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от «__» _____ 20__ года, протокол №_____.

Заведующий кафедрой Теплотехники и тепло-
энергетики _____

к.т.н., проф. В.А. Лебедев

Рабочая программа дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от «__» _____ 20__ года, протокол №_____.

Заведующий кафедрой Теплотехники и тепло-
энергетики _____

к.т.н., проф. В.А. Лебедев

Рабочая программа дисциплины «Современные технологии моделирования тепловых процессов и систем» рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от «__» _____ 20__ года, протокол №_____.

Заведующий кафедрой Теплотехники и тепло-
энергетики _____

к.т.н., проф. В.А. Лебедев