

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

В.А. Небольсин /

19 января 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерное моделирование в системах холодоснабжения»

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Программа Технологические системы холодоснабжения атомных электростанций

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы

К.Г. Королев

**Заведующий кафедрой
твердотельной электроники**

В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП

О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование навыков и умений моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения

1.2. Задачи освоения дисциплины

- *изучить основы моделирования физических процессов*
- *изучить основы прочностного, теплового и газодинамического анализов*

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование в системах холодоснабжения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Компьютерное моделирование в системах холодоснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<i>Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения</i>
	<i>Уметь моделировать физические процессы</i>
	<i>Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения</i>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Компьютерное моделирование в системах холодоснабжения» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры		
		1	2	3
Аудиторные занятия (всего)	162	36	54	72
В том числе:				
Практические занятия (ПЗ)	72	18	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	90	18	36	36
Самостоятельная работа	126	18	36	72
Виды промежуточной аттестации - зачет, зачет с оценкой	+	+	+	+
Общая трудоемкость:				

академические часы	288	54	90	144
зач.ед.	8	1.5	2.5	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Прак. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	<i>SMath Studio</i>	<i>Основные возможности программы SMath Studio. Переменные. Матрицы. Функции. Условия. Графики. Основы программирования/</i>	18	18	30	66
2	<i>Компас-3D</i>	<i>Основные возможности программы Компас-3D. Основные инструменты в режиме эскиза. Основные инструменты в режиме твердотельного моделирования. Основы прочностного анализа. Основные инструменты APM FEM. Основы газодинамического анализа. Основные инструменты KompasFlow.</i>	54	72	96	222
Итого			72	90	126	288

5.2 Перечень лабораторных работ

- 1) *Моделирование температуры потоков на выходе из двухпоточного теплообменника в SMath Studio*
- 2) *Моделирование массового расхода воды, испаряющейся со свободной поверхности в SMath Studio*
- 3) *Моделирование массового расхода кислорода в барботажном устройстве в SMath Studio*
- 4) *Моделирование цикла и характеристик одноступенчатой холодильной машины в SMath Studio*
- 5) *Твердотельная модель пластины в Компас-3D*
- 6) *Твердотельная модель вилки в Компас-3D*
- 7) *Твердотельная модель корпуса клапана в Компас-3D*
- 8) *Сборка предохранительного клапана в Компас-3D*
- 9) *Прочностной расчет консольной балки в APM FEM*
- 10) *Прочностной расчет рамной конструкции в APM FEM*
- 11) *Прочностной расчет оболочек в APM FEM*
- 12) *Расчет стационарной теплопроводности в APM FEM*
- 13) *Расчет нестационарной теплопроводности в APM FEM*
- 14) *Модель течения жидкости при смешивании в KompasFlow*
- 15) *Модель вентиляции помещения в KompasFlow*

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	50% успеваемости	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь моделировать физические процессы	50% успеваемости	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	50% успеваемости	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2, 3 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь моделировать физические процессы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

ПК-1	Знать физические процессы, протекающие в системах холодооборудования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь моделировать физические процессы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодооборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- 1) Верно ли, что программа Smath Studio по функциональным возможностям является бесплатным аналогом программы Mathcad?
- 2) Верно ли, что программа Smath Studio по функциональным возможностям является бесплатным аналогом программы Компас-3D?
- 3) Верно ли, что программа Smath Studio по функциональным возможностям является бесплатным аналогом программы APM FEM?
- 4) Верно ли, что программа Smath Studio по функциональным возможностям является бесплатным аналогом программы KompasFlow?
- 5) Верно ли, что программа Smath Studio позволяет разработать твердотельную модель?
- 6) Верно ли, что программа Компас-3D позволяет разработать твердотельную модель?
- 7) Верно ли, что программа APM FEM позволяет выполнить прочностной анализ?
- 8) Верно ли, что программа APM FEM позволяет выполнить тепловой анализ?
- 9) Верно ли, что программа APM FEM позволяет выполнить газодинамический анализ?
- 10) Верно ли, что программа KompasFlow позволяет выполнить газодинамический анализ?
- 11) Верно ли, что программа KompasFlow позволяет выполнить прочностной анализ?
- 12) Верно ли, что программа KompasFlow позволяет выполнить тепловой анализ?

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

- 1) В программе Smath Studio создайте переменную x и присвойте ей

целочисленное значение

- 2) В программе Smath Studio создайте переменную x и присвойте ей значение диапазона от 1 до 10
- 3) В программе Smath Studio создайте функцию умножения аргумента на 10
- 4) В программе Smath Studio создайте функцию суммы двух аргументов
- 5) В программе Smath Studio постройте график функции $y = \sin(x) + \cos(x)$
- 6) В программе Smath Studio постройте на одном графике две функции $y_1 = \sin(x)$ и $y_2 = \cos(x)$
- 7) В программе Smath Studio создайте функцию суммы двух аргументов
- 8) В программе Smath Studio создайте функцию вычисления аргумента по условию: если больше 1, то умножить на 2, если меньше, то разделить на 2
- 9) В программе Smath Studio определите давление насыщения азота с помощью библиотеки Coolprop
- 10) В программе Smath Studio определите критическую температуру азота с помощью библиотеки Coolprop

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель цилиндра произвольной формы
- 2) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель трубы произвольной формы
- 3) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель пластины произвольной формы
- 4) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель пластины произвольной формы со сквозным отверстием
- 5) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель пластины произвольной формы с глухим отверстием
- 6) В программе Компас-3D постройте твердотельную модель помещения с дверным проемом произвольной формы
- 7) В программе Компас-3D выполните скругление радиусом 10 мм твердотельной модели произвольной формы
- 8) В программе Компас-3D постройте симметричную твердотельную модель вилки произвольной формы
- 9) В программе Компас-3D установите материал Вольфрам для твердотельной модели произвольной формы
- 10) В программе Компас-3D установите материал Фторопласт-4 для твердотельной модели произвольной формы

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Основные возможности программы Smath Studio. Переменные. Матрицы. Функции. Условия. Графики. Основы программирования. Основные возможности программы Компас-3D. Основные инструменты в режиме эскиза. Основные инструменты в режиме твердотельного моделирования.

Основы прочностного анализа. Основные инструменты APM FEM. Основы газодинамического анализа. Основные инструменты KompasFlow.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 70 % правильных ответов

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 70 % до 100% правильных ответов

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 70 % правильных ответов

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 70 % до 80% правильных ответов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 80% до 90% правильных ответов

4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если студент набрал более 90% правильных ответов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	<i>Smath Studio</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	<i>Компас-3D</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных и прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин.

Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1) *Техническая термодинамика: расчеты на SMath : учебное пособие для вузов / В. Ф. Очков, И. Г. Ахметова, Н. В. Егорова, Ю. В. Шацких. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-52055-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/469055> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

2) *Установки для трансформации тепла и охлаждения: расчеты на SMath : учебное пособие для вузов / Н. Л. Бударин, А. В. Мартынов, В. Ф. Очков [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 184 с. — ISBN 978-5-507-49252-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/414824> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

3) *Биткина, Е. Е. Основы работы в КОМПАС-3D : учебное пособие / Е. Е. Биткина. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 80 с. — ISBN 978-5-907872-12-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/438902> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

4) *Салмин, В. В. Основы методологии научных исследований и инженерной деятельности : учебное пособие / В. В. Салмин, В. И. Куренков, А. Г. Прохоров ; под редакцией В. В. Салмина. — Самара : Самарский университет, 2024. — 260 с. — ISBN 978-5-7883-2053-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/480515> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1) Smath Studio
- 2) Компас-3D v23
- 3) MS Office
- 4) <https://old.education.cchgeu.ru>
- 5) <https://e.lanbook.com>
- 6) <https://www.iprbookshop.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины требует наличия учебной аудитории для проведения учебных занятий.

Оборудование аудитории:

- комплект учебной мебели:
 - рабочее место преподавателя (стол, стул);
 - рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- технические средства обучения:
 - персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет - 20 шт.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций / Аудитория для самостоятельной работы».

Оборудование аудитории:

- комплект учебной мебели:
 - рабочее место преподавателя (стол, стул);
 - рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- технические средства обучения:
 - персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Компьютерное моделирование в системах холодо-снабжения» проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков компьютерного моделирования систем холодоснабжения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить

	задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, зачетом, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--