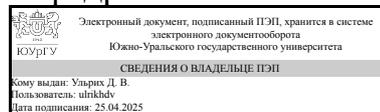


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



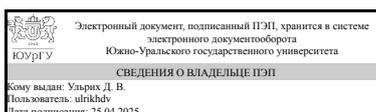
Д. В. Ульрих

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М3.03 Математическое моделирование процессов в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха
для направления 08.04.01 Строительство
уровень Магистратура
магистерская программа Теплогазоснабжение, вентиляция и кондиционирование воздуха
форма обучения очная
кафедра-разработчик Градостроительство, инженерные сети и системы

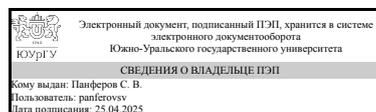
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

Зав.кафедрой разработчика,
Д.техн.н., доц.



Д. В. Ульрих

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



С. В. Панферов

1. Цели и задачи дисциплины

- обеспечение теоретической и практической подготовку специалистов к использованию средств и методов математического моделирования процессов обеспечения микроклимата; - получение представления о принципах построения математических моделей технологических процессов обеспечения микроклимата; - получение знаний о пределах применимости различных моделей с учетом их адекватности реальным физическим процессам; - получение навыков составления математических моделей с учетом начальных и граничных условий, использования применяемых математических моделей для расчета их параметров и проведения оптимизации этих параметров.

Краткое содержание дисциплины

- подобие и моделирование в научных исследованиях; - виды моделей.; - физическое и математическое подобие и моделирование; - методы построения математической модели (аналитические, аналитико-экспериментальные и экспериментальные); - оценка адекватности математической модели.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Способен выполнять и организовывать научные исследования в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.	Знает: основы планирования и методики выполнения теоретических и экспериментальных исследований, основные понятия, направления, проблемы технических наук, терминологию в области систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; методику выбора типа используемых моделей исходя из постановки прикладной задачи и имеющихся данных; математический аппарат, используемый при различных подходах к моделированию; этапы построения, верификации и анализа математических моделей различных типов. Умеет: формулировать цели, ставить задачи исследования в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; выбирать метод и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; составлять план исследований в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; определять перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования; составлять аналитический обзор научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; разрабатывать физические и/или математических моделей исследуемых объектов; проводить

	<p>математическое моделирования в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; обрабатывать и систематизировать результаты исследования и получать экспериментально-статистических модели, описывающие поведение исследуемого объекта.</p> <p>Имеет практический опыт: построения математических моделей опыт сбора и анализа исходных данных и технических заданий для обоснования, работы с нормативно-техническими документами, регламентирующими технические (технологические) решения в области теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; оценки соответствия технических (технологических) решений систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха требованиям нормативно-технических документов; выполнения расчетов систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха с оценкой критерия качества данных расчетов.</p>
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Основы научных исследований в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, Производственная практика (технологическая) (2 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Применение компьютерных программ для исследования в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, Производственная практика (преддипломная) (4 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
<p>Основы научных исследований в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха</p>	<p>Знает: общенаучные термины и соответствующие им определения; краткую историю науки и ее роль в жизни общества; организацию научной деятельности и систему подготовки научных кадров в России; методы научных исследований; стадии, этапы прикладных научных исследований; системы поиска, хранения и обработки НИИ; рекомендации по составлению аналитических</p>

	<p>обзоров по научно-техническим проблемам; основные термины и определения в области погрешностей и ошибок количественных измерений; методы обработки и формы представления результатов наблюдений и экспериментов, методы планирования и проведения эксперимента; нормативную документацию используемую в строительстве.</p> <p>Умеет: осуществлять поиск НТИ в организациях и учреждениях государственной системы НТИ и в электронных базах и банках данных, а также хранение и обработку найденной информации; составлять аналитические обзоры по научно-техническим проблемам; планировать и проводить эксперимент и наблюдения; применять методы планирования эксперимента; анализировать результаты наблюдений и эксперимента; оформлять и защищать отчеты о научно-исследовательских работах; определять и формулировать вопросы к технической экспертизе проектов объектов строительства.</p> <p>Имеет практический опыт: методов оценки технического состояния инженерного оборудования; оформления и защиты отчетов по научно-исследовательским работам; методик подготовки рефератов, докладов, курсовых и дипломных работ.</p>
<p>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Знает: отечественный и зарубежный опыт в сфере проблематики теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ); особенности и алгоритмы формулирования заданий, а также целей и задач на разработку решений, связанных с совершенствованием, оптимизацией, повышением энергетической эффективности и т.д. работы систем ТГВиКВ; особенности подготовки аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – ознакомительной; требования к представлению и защите полученных результатов по данной практике.</p> <p>Умеет: формулировать задания, а также ставить цели и задачи на разработку решений, связанных с совершенствованием, оптимизацией, повышением энергетической эффективности и т.д. работы систем ТГВиКВ; готовить аналитические научно-технические отчеты по учебной практике – ознакомительной; представлять и защищать полученные результаты по данной практике. Имеет практический опыт: формулирования задания, а также постановки целей и задач на разработку решений, связанных с совершенствованием, оптимизацией, повышением энергетической эффективности и т.д. работы систем ТГВиКВ; подготовки аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – ознакомительной;</p>

	представления и защиты полученных результатов по данной практике.
Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)	<p>Знает: основные направления и перспективы развития в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ), а также способы формулирования целей и постановки задач исследования в сфере ТГВиКВ; особенности подготовки аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – НИР 2-го семестра; требования к представлению и защите полученных результатов по данной практике., основные закономерности развития науки и техники в области теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ); современные проблемы в данной области. Умеет: формулировать цели и ставить задачи исследования в сфере ТГВиКВ; вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, используя накопленный опыт зарубежных ученых; готовить обзоры публикаций по теме исследования, аналитические научно-технические отчеты по учебной практике – НИР 2-го семестра; защищать полученные результаты по данной практике., с помощью системного подхода обнаруживать и критически анализировать проблемные ситуации, возникающие при функционировании систем ТГВиКВ, а также выработать стратегию действий для их ликвидации (уменьшения), основываясь на зарубежном научном опыте в данной области. Имеет практический опыт: формулирования целей и постановки задач исследования в сфере ТГВиКВ; сбора, анализа и систематизации информации по теме исследования, используя накопленный опыт зарубежных ученых в сфере ТГВиКВ, выполнения обзоров публикаций по теме исследования, аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – НИР 2-го семестра; защиты полученных результатов по данной практике., использования системного подхода для обнаружения и критического анализа проблемных ситуаций в сфере ТГВиКВ, а также разработки стратегии действий для их ликвидации (уменьшения), применяя для этого накопленный опыт зарубежных ученых в данной области.</p>
Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	<p>Знает: принципы, особенности и проблемные ситуации при функционировании систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ). , проблематику и особенности формулирования целей и постановки задач исследования в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ);</p>

	<p>особенности подготовки аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – НИР 1-го семестра; требования к представлению и защите полученных результатов по данной практике. Умеет: выявлять и критически анализировать на основе системного подхода проблемные ситуации при функционировании систем ТГВиКВ, а также выработать стратегию действий для их устранения, используя накопленный опыт отечественных ученых в данной области., формулировать цели и ставить задачи исследования в сфере ТГВиКВ; вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, используя накопленный опыт отечественных ученых, готовить обзоры публикаций по теме исследования, аналитические научно-технические отчеты по учебной практике – НИР 1-го семестра; защищать полученные результаты по данной практике. Имеет практический опыт: выявления и критического анализа на основе системного подхода проблемных ситуаций при функционировании систем ТГВиКВ, а также выбора стратегии действий для их устранения, используя накопленный опыт отечественных ученых в данной области., формулирования целей и постановки задач исследования в сфере ТГВиКВ; сбора, анализа и систематизации информации по теме исследования, используя накопленный опыт отечественных ученых в сфере ТГВиКВ, подготовки обзоров публикаций по теме исследования, аналитических научно-технических отчетов по учебной практике – НИР 1-го семестра; защиты полученных результатов по данной практике.</p>
<p>Производственная практика (технологическая) (2 семестр)</p>	<p>Знает: методы и/или методики проведения исследований в сфере совершенствования, оптимизации, повышения энергетической эффективности и т.д. систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГВиКВ); требования к подготовке аналитических научно-технических отчетов по данной практике; требования к представлению и защите полученных результатов по данной практике. Умеет: находить и выбирать методы и/или методики проведения исследований в сфере совершенствования, оптимизации, повышения энергетической эффективности и т.д. систем ТГВиКВ; выполнять аналитические научно-технические отчеты по данной практике; представлять и защищать полученные результаты по данной практике. Имеет практический опыт: поиска и выбора методов и/или методик проведения исследований в сфере совершенствования, оптимизации, повышения</p>

	энергетической эффективности и т.д. систем ТТВиКВ; выполнения аналитических научно-технических отчетов по данной практике; представления и защиты полученных результатов по данной практике.
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	50,5	50,5	
Подготовка к экзамену	20,5	20,5	
Подготовка к практическим занятиям	10	10	
Выполнение курсового проекта	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения о моделирование теплофизических процессов в системах обеспечения микроклимата зданий	8	4	4	0
2	Моделирование надёжности систем обеспечения микроклимата зданий	10	4	6	0
3	Оптимальное проектирование систем обеспечения микроклимата зданий	8	2	6	0
4	Влияние разброса параметров на характеристики систем обеспечения микроклимата зданий	8	2	6	0
5	Типовые задачи проектирования системах обеспечения микроклимата зданий и алгоритмы их решения	14	4	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Виды математических моделей систем обеспечения микроклимата зданий, их	4

		параметры и переменные, принципы математического моделирования систем обеспечения микроклимата зданий, иерархическая структура проектирования систем обеспечения микроклимата зданий.	
2	2	Основные понятия и определения теории надежности, задачи теории надежности, показатели надежности элементов систем обеспечения микроклимата зданий, расчет надежности на различных этапах проектирования систем обеспечения микроклимата зданий, пути повышения надежности систем обеспечения микроклимата зданий.	4
3	3	Введения в проблему оптимального проектирования. Классификация задач оптимизации и методы их решения: задачи оптимизации без ограничений, задачи организации с ограничениями, задачи структурной оптимизации, задачи дискретного программирования, задачи линейного программирования, задачи нелинейного программирования.	2
4	4	Формулировка задач учета влияния разброса параметров, метод коэффициентов чувствительности, статистические методы учета разброса параметров.	2
5	5	Алгоритмы компоновки модулей в системах обеспечения микроклимата зданий, алгоритмы размещения компонентов в составе систем обеспечения микроклимата зданий.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Использование численных методов решения задач оптимизации без ограничений.	4
2	2	Решение задач оптимизации с ограничениями.	6
3	3	Оптимальное проектирование систем обеспечения микроклимата зданий на основе решение задач линейного программирования.	6
4	4	Оптимальное проектирование систем обеспечения микроклимата зданий на основе решение задач нелинейного программирования.	6
5	5	Типовые задачи проектирования систем обеспечения микроклимата зданий и алгоритмы их решения (1 часть).	5
6	5	Типовые задачи проектирования систем обеспечения микроклимата зданий и алгоритмы их решения (2 часть).	5

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил. Банди, Б. Методы оптимизации: Вводный курс Пер. с англ.	3	20,5

	О. В. Шихеевой; Под ред. В. А. Волынского. - М.: Радио и связь, 1988. - 128 с. ил.		
Подготовка к практическим занятиям	Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил.	3	10
Выполнение курсового проекта	Шуп, Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике [Текст] Т. Е. Шуп ; пер. с англ. С. Ю. Славянова ; под ред. С. П. Меркурьева. - М.: Высшая школа, 1990. - 254 с. ил.	3	20

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
0	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	5 баллов - выставляется студенту, в полном объеме раскрывшему все вопросы билета. 4 балла - выставляется студенту, в неполном объеме раскрывшему все вопросы билета. В том случае если ответы были неполными, или содержали несущественные ошибки. 3 балла - выставляется студенту, в неполном объеме раскрывшему все вопросы билета с ошибками и недочетами. 2 балла - выставляется студенту, сумевшему дать правильный ответ на один вопрос, на второй вопрос ответ не дан. 1 балл - выставляется студенту, который раскрыл ответ только на один вопрос со значительными ошибками недочетами. 0 баллов - выставляется студенту, который не раскрыл ответы на оба вопроса.	экзамен
1	3	Текущий контроль	Практическое задание 1	1	1	1 балл - практическое задание выполнено 0 баллов - практическое задание не выполнено	экзамен
2	3	Текущий контроль	Практическое задание 2	1	1	1 балл - практическое задание выполнено 0 баллов - практическое задание не	экзамен

						выполнено	
3	3	Текущий контроль	Практическое задание 3	1	1	1 балл - практическое задание выполнено 0 баллов - практическое задание не выполнено	экзамен
4	3	Текущий контроль	Практическое задание 4	1	1	1 балл - практическое задание выполнено 0 баллов - практическое задание не выполнено	экзамен
6	3	Курсовая работа/проект	Курсовой проект	-	5	5 баллов - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими расчётами и выводами. На защите студент показывает глубокое знание темы, свободно оперирует специальной терминологией, с лёгкостью отвечает на поставленные вопросы. 4 балла - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент зачет показывает знание темы, оперирует специальной терминологией, отвечает на поставленные вопросы без существенных затруднений. 3 балла - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент показывает слабое знание темы, оперирует специальной терминологией в удовлетворительной мере, отвечает на поставленные вопросы с затруднениями, демонстрирует недостаток аргументации при ответах или даёт неполные ответы. 2 балла - курсовой проект не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент	курсовые проекты

					показывает слабое знание темы, оперирует специальной терминологией в удовлетворительной мере, отвечает на поставленные вопросы с затруднениями, демонстрирует недостаток аргументации при ответах или даёт неполные ответы. 1 балл - курсовой проект не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, в последствии ошибки не исправлены. На защите студент показывает слабое знание темы, на поставленные вопросы не отвечает. 0 баллов - курсовой проект не соответствует выданному заданию или студент не получил задание на курсовой проект.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проходит в устной форме. В аудиторию заходят не более четырёх студентов. Обучающиеся берут билеты и 30 минут готовятся к сдаче экзамена, после чего дают ответы на 2 вопроса в билете в устной форме. При необходимости студенту могут быть заданы дополнительные вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Задание для выполнения курсового проекта выдаётся в конце второй недели семестра. За три недели до окончания семестра студент сдаёт работу на проверку. После проверки курсового проекта, студент исправляет недочёты. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последние две недели семестра проводится защита курсовых работ. На защиту студент представляет исправленную версию пояснительной записки (при необходимости). Защиту курсового проекта принимает преподаватель, руководивший его выполнением. В процессе защиты студент отвечает на ряд вопросов, касающихся выполнения курсового проекта. По результатам ответов выставляется оценка.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		0	1	2	3	4	6
ПК-5	Знает: основы планирования и методики выполнения теоретических и экспериментальных исследований, основные понятия, направления, проблемы технических наук, терминологию в области систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; методику выбора типа используемых моделей исходя из постановки прикладной задачи и имеющихся данных; математический аппарат, используемый при	+	+	+	+	+	+

	различных подходах к моделированию; этапы построения, верификации и анализа математических моделей различных типов.						
ПК-5	Умеет: формулировать цели, ставить задачи исследования в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; выбирать метод и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; составлять план исследований в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; определять перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования; составлять аналитический обзор научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; разрабатывать физические и/или математических моделей исследуемых объектов; проводить математическое моделирование в сфере теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; обрабатывать и систематизировать результаты исследования и получать экспериментально-статистических модели, описывающие поведение исследуемого объекта.	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: построения математических моделей опыт сбора и анализа исходных данных и технических заданий для обоснования, работы с нормативно-техническими документами, регламентирующими технические (технологические) решения в области теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; оценки соответствия технических (технологических) решений систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха требованиям нормативно-технических документов; выполнения расчетов систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха с оценкой критерия качества данных расчетов.	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Банди, Б. Методы оптимизации: Вводный курс Пер. с англ. О. В. Шихеевой; Под ред. В. А. Волынского. - М.: Радио и связь, 1988. - 128 с. ил.
2. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил.
3. Шуп, Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике [Текст] Т. Е. Шуп ; пер. с англ. С. Ю. Славянова ; под ред. С. П. Меркурьева. - М.: Высшая школа, 1990. - 254 с. ил.
4. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика : Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] учеб. для вузов В. Н. Богословский. - 3-е изд. - СПб.: АВОК Северо-Запад, 2006. - 399, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математика. Механика. Физика»
2. Тепловые процессы в технике
3. Наноструктуры. Математическая физика и моделирование
4. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Математическое моделирование и программирование.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Математическое моделирование и программирование.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(04.02.2024)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	323 (Л.к.)	компьютерный класс с доступом в сеть интернет, мультимедийный проектор, предустановленное программное обеспечение Microsoft-Office (бессрочно), Microsoft-Windows (бессрочно)
Лекции	330 (Л.к.)	компьютер, подключенный к сети интернет, мультимедийный проектор, предустановленное программное обеспечение Microsoft-Office (бессрочно), Microsoft-Windows (бессрочно)