

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:

Декан

физико-математического



факультета

Н.Б. Федорова

«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Уровень основной профессиональной образовательной программы

бакалавриат

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) Технология и Физика

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП 5 лет

Факультет (институт) физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Термодинамика нестационарных процессов» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях в неравновесном и нестационарном состоянии

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Термодинамика нестационарных процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Общая физика

Математическая физика

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Подготовка выпускной квалификационной работы

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-9. Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса и решения исследовательских задач в предметной области и области образования	ПК-9.1. Применяет теоретические и практические знания для решения исследовательских задач в предметной области и области образования	<p>Определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения, равновесие, бифуркация, энтропия, негэнтропия, бифуркация, самоорганизация</p> <p>Особенности неравновесной термодинамики и термодинамического описания физических систем</p> <p>Пределы применимости термодинамического и статистического описания физических</p>	<p>Находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем;</p> <p>Определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам;</p> <p>Решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики</p>	<p>Терминологией неравновесной термодинамики; математическим аппаратом неравновесной термодинамики; навыками решения стандартных задач термодинамики</p>

			систем		
2.		ПК-9.3. Устанавливает содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области со смежными научными областями.	Основы равновесного и неравновесного термодинамических подходов Фундаментальные физические законы и теории термодинамики нестационарных процессов Ключевую проблематику в области неравновесной термодинамики	Выявлять физическую сущность термодинамических процессов Объяснять явления и процессы в природе и технике с термодинамических позиций применять равновесный и неравновесный термодинамический подходы при решении физических задач	Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях термодинамики Приемами анализа простейших явлений неравновесной термодинамики Навыками решения простых задач неравновесной термодинамики

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		№ 9	
		часов	
1	2	3	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	52	52	
В том числе:	-	-	
Лекции (Л)	14	14	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	38	38	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Иные виды занятий	-	-	
2. Самостоятельная работа студента (всего)	56	56	
3. Курсовая работа (при наличии)	КП	-	-
	КР	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	3	3
	экзамен (Э)		
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий ЭИОС университета (Moodle), Zoom, MS Teams и других.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	Введение в неравновесную термодинамику	Цели, задачи, состав и назначение курса. Краткая история и перспективные направления термодинамики. Термодинамические системы, их характеристики и классификация. Термодинамические переменные. Внутренняя энергия, температура, энтропия, давление, объем, диффузионный потенциал, число элементов термодинамической системы. Равновесные и неравновесные состояния. Независимые и зависимые термодинамические переменные. Уравнение состояния. Принципы аддитивности и локального

		<p>термодинамического равновесия. I, II и III начала. Основное уравнение термодинамики. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Условия устойчивости равновесия. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал</p>
2	<p>Линейная неравновесная термодинамика.</p>	<p>Причины необратимости. Типы необратимых процессов. Необратимые процессы теплопереноса, адиабатического расширения и диффузии. Термодинамические флуктуации. Движущие силы и скорости необратимых процессов. Соотношение между значениями движущих сил и скоростей процессов. Термодинамическая форма записи кинетических уравнений.</p> <p>Термодинамические силы. Величины термодинамических сил для химической реакции, потоков градиентов температуры, концентрации, химического потенциала, напряженности электрического поля. Связь между скоростью процесса и термодинамическими силами. Термодинамика потока.</p> <p>Принцип локального равновесия. Термодинамические уравнения движения макросистемы (уравнение Онсагера). Принцип Кюри для изотропных систем. Принцип симметрии кинетических коэффициентов (соотношения Онсагера). Примеры связанных потоков (перекрестные явления переноса): термомеханический и механокалорический эффекты; термоэлектрические и термомагнитные явления; термодиффузия.</p> <p>Стационарные неравновесные состояния (квазиравновесный процесс). Уравнение квазиравновесного процесса (линейное приближение): производство энтропии и диссипация энергии в открытой системе, теорема Пригожина. Второе начало термодинамики в открытых системах. Термодинамический критерий устойчивости стационарного состояния – принцип Ле-Шателье – Брауна.</p>
3	<p>Нелинейная термодинамика (термодинамика систем вдали от равновесия)</p>	<p>Эволюция открытых неравновесных систем. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина. Термодинамика нелинейных кинетических систем: термодинамическая и кинетическая ветвь решений. Устойчивость решений по Ляпунову. Модифицированные уравнения Онсагера для сопряженных процессов вдали</p>

		от равновесия. Пространственные, временные и пространственно-временные диссипативные структуры. Примеры появления диссипативных структур: ячейки Бенара; экологическая система —хищник-жертва, уравнения Лоттки- Вольтерра; закон эволюции Дарвина; реакция Белоусова-Жаботинского. Теория бифуркаций. Теория катастроф. Синергетика. Теория фракталов, фрактальные структуры
4	Анализ сложных природных явлений самоорганизации на основе неравновесной термодинамики	Неравновесные фазовые переходы. Трансформация областей диаграмм состояния при нарушении стационарности внешних и внутренних термодинамических факторов. Квазиэвтектоиды. Мартенситное превращение в сплавах на основе Fe, Cu, Ag, Au. Гипернеравновесное структурообразование при лазерном облучении стали, формировании «белых слоев». Моделирование процессов неравновесного структурообразования. Турбулентность в гидравлических потоках. Вихревые структуры в гидродинамике и космической газодинамике. Сверхтекучесть жидкого гелия и сверхпроводимость металлов. Тепловая конвекция как прототип явлений самоорганизации в физике. Жидкие кристаллы. Лазерное излучение. «Химические часы» явление самоорганизации в химии. Термодинамика самоорганизации живых организмов и экологических систем. Перспективы использования теории.

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрены

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 56 часов. Видами СРС являются:

Изучение основной и дополнительной литературы

Разбор стандартных и нестандартных заданий

Работа с конспектами лекций

Подготовка реферата / доклада

Выполнение домашних заданий

Подготовка обзора

Подготовка к контрольной работе
Подготовка проекта

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине не предусмотрена

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Ефремов, Ю.С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие / Ю.С. Ефремов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 208 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428682 (дата обращения: 29.07.2020)
2	Теплофизика: неравновесные процессы теплопереноса / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич, А.К. Федотов, А.И. Шнип. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 480 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560818 (дата обращения: 29.07.2020)

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
	Агеев, Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах: в вопросах и ответах / Е.П. Агеев. – Изд. 2-е, исправ. и доп. – Москва : МЦНМО, 2005. – 160 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63243 (дата обращения: 29.07.2020).
1.	Аршинов, В.И. Синергетика как феномен постнеклассической науки : монография / В.И. Аршинов. – Москва : Институт философии РАН, 1999. – 206 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62873 (дата обращения: 29.07.2020)
2.	Кондратьев, А.С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории : учебное пособие / А.С. Кондратьев, П.А. Райгородский. – Москва : Физматлит, 2007. – 254 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68401 (дата обращения: 29.07.2020)
3.	Краснопевцев, Е.А. Спецглавы физики: статистическая физика равновесных систем : [16+] / Е.А. Краснопевцев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 387 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575483 (дата обращения: 29.07.2020)
4.	Пригожин, И.Р. Неравновесная статистическая механика : монография / И.Р. Пригожин ; ред. Д.Н. Зубарев ; пер. В.А. Белоконь, В.А. Угаров. – Москва : Издательство "МИР", 1964. – 314 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:

	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222308 (дата обращения: 29.07.2020)
5.	Синергетическая парадигма: нелинейное мышление в науке и искусстве / сост. и отв. ред. В.А. Кошчик. – Москва : Прогресс-Традиция, 2002. – 497 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445096 (дата обращения: 29.07.2020)
6.	Структуры и хаос в нелинейных средах : монография / Т.С. Ахромеева, С.П. Курдумов, Г.Г. Малинецкий, А.А. Самарский. – Москва : Физматлит, 2007. – 485 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67298 (дата обращения: 29.07.2020)
7.	Термодинамика и статистическая физика : практикум / сост. Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко ; Министерство образования и науки РФ, Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 125 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404 (дата обращения: 29.07.2020)
8.	Шапиро, С.В. Основы синергетики : учебное пособие / С.В. Шапиро ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный университет экономики и сервиса». – Уфа : Уфимский государственный университет экономики и сервиса, 2012. – 228 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272504 (дата обращения: 29.07.2020)

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://e-lanbook.com> (дата обращения: 29.07.2020).

2. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.book.ru> (дата обращения: 29.07.2020).

3. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ имени С.А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 29.07.2020).

4. Znanium.com [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 29.07.2020).

5. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С.А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 29.07.2020).

6. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru> (дата обращения: 29.07.2020).

7. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 29.07.2020).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Guide to physics on the web [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.physics.org> (дата обращения: 29.07.2020)
2. PHYSICS TODAY [Электронный ресурс] : [сайт «Физика сегодня»]. — Режим доступа: <http://www.physicstoday.org>, свободный (дата обращения: 29.07.2020).
3. Курс видеолекций по физике твердого тела [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=V24J2QtLAbo&list=PLXV9J9QK1SLcbN68xAЕo4CuvETO_FrO4r (дата обращения: 29.07.2020)
4. Физическая энциклопедия [Электронный ресурс] : [электронная энциклопедия] // Энциклопедия физики и техники. — Режим доступа: <http://femto.com.ua/>, свободный (дата обращения 29.07.2020)

5.5. Периодические издания

1. Сайт журнала «Техническая физика» — URL: <https://journals.ioffe.ru/articles/19172> (дата обращения: 29.07.2020)
2. Сайт журнала «Научный журнал русского физического общества» — URL: <http://www.rusphysics.ru/> (дата обращения: 29.07.2020)
3. Сайт журнала «Синергия наук» — URL: <http://synergy-journal.ru/> (дата обращения: 29.07.2020)
4. Известия вузов. Физика [Текст] : ежемесячный научный журнал / учредители : Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». — 1958, январь - . — Томск, 2016 - . — Ежемес. — ISSN 0021-3411.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, помещения для проведения практических занятий.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и семинарские занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, решения стандартных и нестандартных задач

различной степени сложности, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов, либо студентам предлагается ознакомиться с нормативными документами. Обсуждение сообщения или изученных материалов совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. Завершающий этап предполагает разбор задач по изучаемой теме. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

1. Операционная система Windows Pro (договор №65/2020 от 02.10.2020);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020 г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
- набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО)

9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Утверждаю:

Декан

физико-математического

факультета



Н.Б. Федорова

«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Термодинамика нестационарных процессов

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль)

Технология и Физика

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Рязань 2020

1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Термодинамика нестационарных процессов» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях в неравновесном и нестационарном состоянии

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1.

Дисциплина изучается на 5 курсе (9 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины:

3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы и индикаторами достижения компетенций

ПК-9.1

Знать: определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения, равновесие, бифуркация, энтропия, негэнтропия, бифуркация, самоорганизация; особенности неравновесной термодинамики и термодинамического описания физических систем; пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем

Уметь: находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем; определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам; решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики

Владеть: терминологией неравновесной термодинамики; математическим аппаратом неравновесной термодинамики; навыками решения стандартных задач термодинамики

ПК-9.3

Знать: основы равновесного и неравновесного термодинамических подходов; фундаментальные физические законы и теории термодинамики нестационарных процессов; ключевую проблематику в области неравновесной термодинамики

Уметь: выявлять физическую сущность термодинамических процессов; объяснять явления и процессы в природе и технике с термодинамических позиций; применять равновесный и неравновесный термодинамический подходы при решении физических задач

Владеть: системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях термодинамики; приемами анализа простейших явлений неравновесной термодинамики; навыками решения простых задач неравновесной термодинамики

5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения

Зачет (9 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.