МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

Бутенко Александр Федорович
Подписано цифровой подписью: Бутенко Александр Федорович
Дата: 2025.04.24 09:21:19 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ.
Директор
_____**А.Ф. Бутенко**

«24» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б1.В.10 «Стационарные режимы и нестационарные процессы в трубопроводах для перекачки жидкости и газов»

Направление подготовки 13.04.01. «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность подготовки «Энергообеспечение предприятий»

Факультет Энергетический

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

Форма обучения очная**,** заочная

Квалификация магистр

Зерноград-2025

При разработке рабочей программы учебной дисциплины (модуля) в основу положены:

1. ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 года № 146.

2. Учебный план направленности «Энергообеспечение предприятий» (год начала подготовки 2025) одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ
Протокол № 6 от «19» февраля 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Стационарные режимы и нестационарные процессы в трубопроводах для перекачки жидкости и газов» одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и теплоэнергетика».
Протокол № 7 от «24» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент М.М.Украинцев

Рабочая программа учебной дисциплины «Стационарные режимы и нестационарные процессы в трубопроводах для перекачки жидкости и газов» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии по направлению подготовки 13.03.01 и 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».
Протокол № 5 от «27» марта 2025 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н. доцент М.С. Демченко

Разработчик:
к.т.н., доцент А.Н. Токарева

Содержание

		С.
1.	Вводная часть……	4
1.1.	Цели освоения дисциплины……	4
1.2.	Место дисциплины в структуре ОПОП…….	4
1.3	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций……..	5
2.	Основная часть…….	6
2.1.	Объем учебной дисциплины и виды учебной работы…….	6
2.2	Содержание учебной дисциплины……	8
2.2.1	Разделы учебной дисциплины виды учебной деятельности и формы контроля……	10
2.2.2.	Лабораторный практикум……..	11
2.2.3.	Практические занятия…….	11
2.3.	Самостоятельная работа студента…….	13
3.	Образовательные технологии…….	14
4.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины……..	16
4.1.	Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств……..	16
4.2.	Примерные темы курсовых работ…….	18
4.3.	Примерные темы рефератов (эссе)……	18
4.4.	Тесты промежуточного контроля……	18
4.5.	Тесты текущего контроля……	18
4.6.	Варианты контрольных заданий……	18
4.7.	Вопросы к зачету……	19
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины…….	21
5.1.	Основная литература……	21
5.2.	Дополнительная литература……	22
5.3.	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы……	23
5.4.	Программное обеспечение учебного процесса……..	23
5.5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся…….	24
6.	Материально-техническое обеспечение дисциплины…….	25
7.	Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины……..	27

1. **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

1.1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Стационарные режимы и нестационарные процессы в трубопроводах для перекачки жидкости и газов» являются: сформировать у магистров теоретические знания и практические навыки по определению параметров энергоносителя для условий нестационарных газодинамических процессов при транспортировке природного газа

Задачами дисциплины являются**:**

– формирование умений анализировать отказы и нарушения в работе трубопроводов, вызванные утечками энергоносителей;

– формирование навыков расчета параметров энергоносителей в аварийных ситуациях для осуществления контроля оперативных переключений;

– формирование умений применять методы моделирования нестационарных процессов в трубопроводах;

– формирование навыков моделирования нестационарных процессов и их анализа на основе передового отечественного и международного опыта в области транспортирования жидкостей и газов

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Стационарные режимы и нестационарные процессы в трубопроводах для перекачки жидкости и газов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин: «Гидрогазодинамика» (курс бакалавриата); «Технологические энергоносители» (курс бакалавриата), «Математическое моделирование»

Освоение данной дисциплины необходимо для освоения дисциплины «Термодинамические и тепломассообменные неравновесные процессы» и успешного выполнения выпускной квалификационной работы

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
ПК-3	Способностью осуществлять руководство работами по переключениям технологических схем на различных режимах работы тепломеханического оборудования	ПК-3.2. Осуществляет контроль выполнения оперативных переключений	Знать: методы расчета параметров энергоносителей при нестационарных процессах, возникающих вследствие аварии трубопроводов Уметь: анализировать отказы и нарушения в работе трубопроводов, вызванные утечками энергоносителей Владеть: навыками расчета параметров энергоносителей в аварийных ситуациях для осуществления контроля оперативных переключений
ПК-5	Способностью к организации сбора, проведению анализа и осуществлению теоретического обобщения научных данных, результатов эксперимента и наблюдений	ПК-5.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследования	Знать: методы анализа, синтеза и моделирования, разработанные на основе передового отечественного и международного опыта в области транспортирования энергоносителей Уметь: применять методы моделирования нестационарных процессов в трубопроводах Владеть: навыками моделирования нестационарных процессов и их анализа на основе передового отечественного и международного опыта в области транспортирования жидкостей и газов

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов	Семестр 2
Аудиторные занятия (всего)		**34**	**34**
В том числе:			
Лекции (Л)		18	18
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Семинары (С)		–	–
Лабораторные работы		–	–
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**38**	**38**
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, материала учебных пособий и учебников, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю		38	38
СРС в период промежуточной аттестации		**–**	**–**
Вид промежуточной аттестации: Зачёт (З) Зачёт с оценкой (ЗО) Экзамен (Э)		З	З
ИТОГО:	часов	**72**	**72**
общая трудоемкость	зач. единиц	2	2

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов	Семестр	
			1	2
Аудиторные занятия (всего)		**8**	**8**	
В том числе:				
Лекции (Л)		4	2	2
Практические занятия (ПЗ)		–	–	4
Семинары (С)		–	–	–
Лабораторные работы		–	–	–
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**60**	**34**	**26**
В том числе				
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, материала учебных пособий и учебников, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю		60	34	26
СРС в период промежуточной аттестации		**4**	**–**	**4**
Вид промежуточной аттестации: Зачёт (З) Зачёт с оценкой (ЗО) Экзамен (Э)		З	З	
ИТОГО:	часов	**72**	**36**	**36**
общая трудоемкость	зач. единиц	**2**	**1**	**1**

2.2. Содержание учебной дисциплины

Содержание разделов учебной дисциплины:

Семестр очн(заоч)	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3	4
2(1,2)	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	1.1.Основные характеристики потока реальной жидкости. Распределение местных скоростей. Построение эпюры скорости. Особенности течения вязкопластичных жидкостей. Сдвиговое течение вязкопластичной жидкости в трубе. Расход потока вязкопластичной жидкости. Формула Пуазейля. Коэффициент гидравлического сопротивления вязкопластичной жидкости. Влияние антитурбулентных присадок на режим движения вязкопластичной жидкости. Эффект Томса. Особенности гидравлического удара при течении вязкопластичной жидкости.	ПК-3.2. ПК-5.1.
		1.2. Показатели оценки качества природного газа. Подготовка газа к транспортированию. Обработка газа.	ПК-3.2.
		1.3. Расчет изотермического течения газа в трубопроводе. Определение расходов и давления газа.	ПК-3.2.
		1.4. Изменение температуры газа по длине трубопровода. Уравнение и критерий Шухова.	ПК-3.2.
		1.5. Характеристика стационарного режима работы газопровода. Расчет газопровода в стационарном режиме работы. Цели режимно-технологического расчета. Способы расчета установившихся режимов работы газопровода. Система основных уравнений установившегося течения газа в трубопроводе. Определение коэффициента гидравлической эффективности работы участка магистрального трубопровода. Моделирование установившихся режимов транспортирования газов и жидкостей. Способы компенсации сезонной неравномерности потребления газа	ПК-3.2.
		1.6. Способы интенсификации перекачки газа	ПК-3.2. ПК-5.1.

2(2)	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	2.1. Причины возникновения нестационарных процессов в трубопроводах для перекачки жидкости и газов. Характеристика нестационарных процессов в трубопроводах. Постановка задачи моделирования аварий в трубопроводных системах. Численный анализ истечения газа из трубопровода высокого давления в атмосферу	ПК-3.2.
		2.2. Моделирование нестационарного течения газа в трубопроводах. Изменение коэффициента и безразмерной скорости звука реального газа от приведенных значений давления и температуры. Изменение давления по длине трубопровода. Характеристики изменения давления в волновом процессе.	ПК-3.2.
		2.3. Моделирование аварийных режимов участка газопровода с учетом свойств реального газа. Динамика температуры газа для изотермического процесса. Динамика температуры газа для неизотермического процесса. Динамика степени опорожнения аварийного участка, массового расхода утечки и давления газа в трубе	ПК-3.2.
		2.4. Научно обоснованное определение плановых задач подачи газа в условиях нестационарности	ПК-3.2. ПК-5.1.
		2.5. Модель анализа и синтеза надежности газопроводов	ПК-3.2. ПК-5.1.

2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
2	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	10	–	6	18	34	Контрольная работа (6 неделя семестра)
	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	8	–	10	20	38	Контрольная работа (16 неделя семестра)
	Контроль	**–**	**–**	**–**	**–**	**–**	Зачет
	Всего:	**18**	**–**	**16**	**38**	**72**	

Заочная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1,2	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	2	–	–	34	36	-
2	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	2	–	4	26	32	-
	Контроль				4	4	Зачет
	Всего:	**4**	**–**	**8**	**60**	**72**	-

2.2.2. Лабораторный практикум
Не предусмотрен

2.2.3. Практические занятия

Очная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практического занятия	Всего часов
2	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов для перекачки жидкости и газов.	1.1.Определение давления и расхода газа при изотермическом течении в трубопроводе	2
		1.2. Расчет изменения температуры газа	2
		1.3. Расчет газопровода в стационарном режиме работы. Контрольная работа	2
	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в трубопроводах	2.1 Определение плановых задач подачи газа в условиях нестационарности	2
		2.2. Моделирование нестационарных процессов в газопроводах конечно-разностным методом	4
		2.3. Определение параметров энергоносителя для аварийных режимов на участках газопровода с учетом свойств реального газа	4
ИТОГО:			**16**

Заочная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практического занятия	Всего часов
2	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов для перекачки жидкости и газов.	–	–
	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в трубопроводах	2.1. Определение параметров энергоносителя для аварийных режимов на участках газопровода с учетом свойств реального газа	4
ИТОГО:			

2.3. Самостоятельная работа студента

Очная форма обучения

Виды СРС:

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
2	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, проработка конспекта лекций, подготовка к практическим занятиям	18
	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, проработка конспекта лекций, подготовка к практическим занятиям.	20
ИТОГО:			**38**

Заочная форма обучения

Виды СРС:

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, проработка конспекта лекций	34
2	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, проработка конспекта лекций, подготовка к практическим занятиям	26
ИТОГО:			**60**

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

Семестр	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
2	Лекция 1.1	Проблемное изложение	Групповые
	Практические занятия 1.1.,1.2., 1.3.	Решение практико-ориентированных задач.	Групповые
	Практические занятия 2.1.,2.3.	Решение практико-ориентированных задач.	Групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:

Лекции -2 часа
Практические занятия – 12 часов

Заочная форма обучения

Семестр	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	Лекция 1.1	Проблемное изложение	Групповые
2	Практические занятия 1.1.	Решение практико-ориентированных задач.	Групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:

Лекции -2часа
Практические занятия – 4часа

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);
- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

Семестр	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Кол-во вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
2	ТАт	ПК-3.2. ПК-5.1.	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	Контрольная работа	2	10
	ТАт	ПК-3.2. ПК-5.1.	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	Контрольная работа	2	10
	ПрАт			Зачет	2	10

Заочная форма обучения

Семестр	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Кол-во вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
1	ТАт	–	Модуль №1. Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов	–	–	–
2	ТАт	–	Модуль №2. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах	–	–	–
2	ПрАт			Зачет	2	10

4.2. Примерные темы курсовых работ/проектов

Не предусмотрены.

4.3. Примерные темы рефератов

Не предусмотрены

4.4. Тесты промежуточного контроля

Не предусмотрены.

4.4.1. Ключи к тестам

Не предусмотрены.

4.5. Тесты текущего контроля

Не предусмотрены.

4.5.1. Ключи к тестам

Не предусмотрены.

4.6. Варианты контрольных заданий

Вариант контрольного задания по модулю №1 «Основы гидродинамического и технологического расчета трубопроводов»

1. В чем заключается сущность эффекта Томса

2. Определить потери напора на трение при течении вязкой жидкости со скоростью $3\frac{м}{с}$ в трубе диаметром 400 мм и длиной 40м с естественной шероховатостью $\Delta э = 0{,}1мм$, коэффициент кинематической вязкости жидкости составляет $\nu = 7{,}36 \cdot 10^{-5}\ \frac{м^2}{с}$

Вариант контрольного задания по модулю №2 «. Моделирование и расчет нестационарных процессов в газопроводах»

1. Определить среднюю температуру газа по длине газопровода диаметром d=1000$мм$ и длиной $l = 500м$ при температуре окружающей среды $t_{ос}$=5^0С и начальной температуре энергоносителя $t_н$=20^0С, если расход газа составляет $G = 10\frac{м}{с}$, коэффициент теплопередачи составляет $k = 24\frac{Вт}{м^{2}\cdot^{0}С}$, средняя изобарная теплоемкость газа составляет $C_p^{/} = 2230\frac{кДж}{м^{3}\cdot^{0}С}$

2. На участке газопровода диаметром d=1000$мм$ произошел порыв. Определить массовые расходы газа от концов участка к отверстию, если начальное давление газа перед порывом составляло $Р_н$=0,6 МПа, а после порыва $Р_к$=0,5МПа. Плотность газа перед порывом равна $\rho = 1{,}5\frac{кг}{м^3}$. Коэффициенты гидравлического сопротивления участков

составляю: до порыва $\xi_1 = 5{,}4$, после порыва $\xi_2 = 4{,}6$, а дины участков соответственно равны $l_1 = 500м$, $l_2 = 450м$

4.7. Вопросы к зачету

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	Основные характеристики потока реальной жидкости.	ПК-3.2
2	Построение эпюры скорости вязкопластичной жидкости	ПК-3.2
3	Изменение эпюр скоростей при сдвиговом течении вязкопластичной жидкости в трубе	ПК-3.2
4	Расчет потока вязкопластичной жидкости	ПК-3.2
5	Влияние антитурбулентных присадок на режим движения вязкопластичной жидкости	ПК-3.2 ПК-5.1.
6	Особенности гидравлического удара при течении вязкопластичной жидкости.	ПК-3.2
7	Подготовка газа к транспортированию. Обработка газа.	ПК-3.2
8.	Определение изменения давления газа по длине транспортирования	ПК-3.2
9.	Определение изменения температуры газа по длине транспортирования. Уравнение и критерий Шухова	ПК-3.2
10.	Цели и задачи режимно-технологического расчета газопроводов	ПК-3.2 ПК-5.1.
11.	Моделирование установившихся режимов транспортирования газов и жидкостей	ПК-5.1.
12.	Способы компенсации сезонной неравномерности потребления газа	ПК-3.2
13.	Способы интенсификации перекачки газа	ПК-3.2 ПК-5.1.
14.	Причины возникновения нестационарных процессов в трубопроводах Характеристика нестационарных процессов в трубопроводах	ПК-3.2
15.	Численный анализ истечения газа из трубопровода высокого давления в атмосферу	ПК-5.1.
16	Изменение коэффициента и безразмерной скорости звука реального газа от приведенных значений давления и температуры	ПК-3.2
17.	Анализ графиков изменения давления в волновом процессе	ПК-3.2
18.	Анализ графиков динамики массового расхода утечки и степени опорожнения аварийного участка от продолжительности процесса. Анализ графика динамики давления газа в трубе при порыве	ПК-3.2
19.	Определение критерия нестационарности при наличии аварийного истока из трубопровода	ПК-3.2
20.	Модель анализа и синтеза надежности газопроводов	ПК-3.2. ПК-5.1.

Примерные варианты задач к зачету

1. Определить коэффициент Дарси при течении в трубе «степенной жидкости» в трубопроводе диаметром *d*=1000*мм*, если плотность жидкости составляет $\rho = 1{,}5\frac{кг}{м^3}$, средняя скорость течения жидкости равна $W = 15\frac{м}{с}$, показатель поведения жидкости n=0,16; индекс консистентности К=0,75

2. Определить среднее давление газа на рассматриваемом участке газопровода, если начальное давление газа составляет $P_н$=0,6 МПа, а конечное $P_к$=0,5МПа

3. Определить критерий нестационарности, если максимальный расход газа составлял $Q_{\max} = 40000\frac{м^3}{ч}$, минимальный расход равен , $Q_{\max} = 38000\frac{м^3}{ч}$ средняя по длине и усредненная по времени скорость газа $\omega = 15\frac{м}{с}$. Расчет выполнить для трубы диаметром *d*=1000*м* с коэффициентом шероховатости $\lambda = 0{,}015$. Длительность нестационарного процесса по расходу составляет $\tau = 1ч$

,

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1.	Нефтегазовое Дело: полный курс : учебник : в 2-х т. : [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617841	Тетельмин В. В.	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – Том 2. – 400 с.	1	+	+

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1.	Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ : учебное пособие : [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617791	Илькевич Н. И.	–Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 124 с	1	+	+
2.	Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности : учебное пособие: [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564375	Васильев Г.Г., Гульков А.Н., Земенков Ю.Д.	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 609 с.	1	+	+
3.	Математическое моделирование трубопроводных сетей и систем каналов: методы, модели и алгоритмы. [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260662	Селезнев В.Е., Алешин В.В., Прялов С.Н.	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 694 с.	2	+	+
4.	Основы численного моделирования магистральных трубопроводов [Электронный ресурс]. – URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260664	Селезнев В.Е., Алешин В.В., Прялов С.Н.	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 436 с.	2	+	+

б

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

1. Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система – https//biblioclub.ru
2. Издательство Лань. Электронно-библиотечная система – https//e.lanbook.com/
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru
4. База данных издательства Springer Nature «Российский фонд фундаментальных исследований» – http://www.rfbr.ru
5. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации http://docs.cntd.ru/
6. Информационно-правовой портал «Гарант.ру» http://www.garant.ru/
7. Справочная правовая система «Консультант плюс» http://www.consultant.ru/
8. Журнал «Теплоэнергетика» http://tepen.ru
9. Журнал «Энергетик» http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN
10. Информационная система по теплоснабжению РосТепло.RU - https://www.rosteplo.ru

Информационные технологии

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

5.4. Программное обеспечение учебного процесса

LibreOffice

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Тетельмин В. В.	Нефтегазовое Дело: полный курс : учебник : в 2-х т. : [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617841	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – Том 2. – 400 с.
2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Селезнев В.Е., Алешин В.В., Прялов С.Н.	Математическое моделирование трубопроводных сетей и систем каналов: методы, модели и алгоритмы. [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260662	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 694 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
5-205 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Экран для проектора, доска меловая. Посадочных мест 24.
6-222 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук . Доска меловая. Посадочных мест 30.
6-224 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук. Доска меловая. Посадочных мест 30.
2-252 Читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт. монитор Phillips 2205– 5 шт, монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт принтер Epson LX-1170 Посадочных мест 114
2-170б Электронный читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г.	Посадочных мест 10 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet, с доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и

Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн», СПС «КонсультантПлюс: ВерсияПроф». Ведётся медиатека – имеется 1458 электронных текстов изданий. Системный блок С2,8Ггц, 1 GB, 80 GB HDD – 1 шт. Системный блок С2,8Ггц, 512 МБ, 80 GB HDD – 9 шт. Монитор Samsung 920NW – 10 шт. Коммутатор Dlink – 1 шт. Сканер EPSON – 1 шт.
2-170а Отдел научно-технической и социально-гуманитарной литературы, МБА для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Посадочных мест 2 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 540 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 1шт. Системный блок С2,8Ггц , 512 Mb, 160Gb HDD – 1 шт., монитор Samsung 920NW– 1 шт, монитор Phillips 2205– 1 шт, принтер HP LJ 1150 МФУ Kyocera Taskalfa 180
5-217 Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и др. Решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу