

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики

Г.Н. Суворов

« 25 » мая 2026 г.

ТЕПЛОФИЗИКА

Рабочая программа для обучающихся
по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
(производственная аспирантура)
форма обучения (очная)

Шевелёв А.П., Лукошкина Т.А. Теплофизика. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (производственная аспирантура), форма обучения (очная). Тюмень, 2026.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждены приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г., № 951.

Рабочая программа дисциплины Теплофизика опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – ознакомить аспирантов с основными проблемами современной теплофизики, с теплофизическими процессами в нефтегазовых технологиях и подготовить аспирантов к расчету проектов и выполнению индивидуального научного плана.

Задачи учебного курса:

- овладение аспирантами аналитических методов решения задач теплопроводности при различных граничных условиях, конвективного теплопереноса при нагнетании теплоносителей в нефтяной пласт;
- рассмотреть механизмы формирования тепловых структур в нелинейной диссипативной среде нефтяного пласта;
- познакомить аспирантов с основными положениями теории конвективного теплопереноса при использовании жидкости. Изучить механизмы управления конвективного теплообмена пограничного слоя в жидкостях;
- изучить методы расчета сложного теплообмена при изменении агрегатного состояния.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы дифференциального и интегрального исчислений, применяемые при решении задач теплопереноса;
- физические основы теплопереноса в жидкостях;
- элементы математической теории нестационарного теплопереноса и формирование тепловых структур в нефтяном пласте;
- методы измерения теплофизических параметров и управления конвективным теплообменом при использовании жидкости;

Уметь:

- применять методы дифференциального и интегрального исчислений, при решении задач стационарного и нестационарного теплопереноса в диссипативной среде;
- получать расчетные формулы для различных процессов движения жидкости и газов в пористой среде;

Владеть:

- методами измерения теплофизических параметров вещества;
- методами анализа теплопереноса в технологических процессах с применением жидкостей;
- методами расчета температурных полей и тепловых потоков при нагнетании теплоносителей в пласт.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- способностью владеть современными подходами к анализу турбулентности, многофазных течений, ударных волн и неустойчивостей потока (ПК-4).
- способностью прогнозировать поведение текучих сред под действием внешних воздействий, включая климатические и космические условия (ПК-5).
- способностью адаптировать научные знания к практическим инженерным решениям и промышленным инновациям (ПК-6).

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4

Общий объем	зач. ед. час	3	3
		108	108
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		22	22
Лекции		12	12
Практические занятия		10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		50	50
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)		36	Дифференцированный зачет 36

4. Система оценивания

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачёт, который сдаётся по окончании освоения дисциплины. Дифференцированный зачёт проводится в устно-письменной форме. Дифференцированный зачёт включает письменную часть – ответ по билету, состоящему из трёх вопросов. Устная часть зачёта оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно". За устное собеседование выставляется отдельная оценка. Итоговая оценка за зачёт выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Для допуска к дифференцированному зачёту обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к дифференцированному зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Теплофизические свойства углеводов	4	2	2	0	0
2.	Теплофизические свойства горных пород	8	4	4	0	0
3.	Тепловые процессы в нефтяных и	6	4	2	0	0

	газовых пластах					
4.	Тепловые процессы при подготовке к транспортировке и при хранении нефти	4	2	2	0	0
5.	Дифференцированный зачет	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины по темам

1. "Теплофизические свойства углеводородов"

Уравнение состояния углеводородных систем применительно к условиям в пласте, в скважинах, систем подготовки нефти, газа, газоконденсата. Вязкость, теплопроводность, теплоемкость, поверхностное натяжение, температура застывания нефти. Теплофизические свойства углеводородных газов и газоконденсатов. Основные теплофизические свойства углеводородов.

2. "Теплофизические свойства горных пород"

Теплопроводность горных грунтов и пород. Теплофизические свойства влажных и мерзлых грунтов. Фильтрационно-емкостные свойства горных пород в пластовых условиях. Теплоемкость грунтов.

3. "Тепловые процессы в нефтяных и газовых пластах"

Моделирование неизотермических процессов при добыче нефти. Неизотермические задачи подземной термогазодинамики. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи пласта. Система уравнений термогазодинамики при течении в скважине нефти, газа, газоконденсата. Осложнения при эксплуатации скважин и трубопроводов.

4. "Тепловые процессы при подготовке к транспортировке и при хранении нефти"

Тепловой режим резервуара при хранении нефти. Тепловые задачи при движении нефти по трубопроводу.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Теплофизические свойства углеводородов	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
2.	Теплофизические свойства горных пород	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
3.	Тепловые процессы в нефтяных и газовых пластах	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
4.	Тепловые процессы при подготовке к транспортировке и при хранении нефти	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
5.	Дифференцированный зачет	Подготовка по вопросам

7. Промежуточная аттестация по дисциплине

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет, который сдаётся по окончании освоения дисциплины. Дифференцированный зачет проводится в устно-письменной

форме. Дифференцированный зачёт включает письменную часть – ответ по билету, состоящему из трёх вопросов, формируемых из перечня 18 вопросов. Устная часть зачёта оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно". За устное собеседование выставляется отдельная оценка. Итоговая оценка за зачёт выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Для допуска к дифференцированному зачёту обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к дифференцированному зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

Темы рефератов не ограничиваются, они соответствуют предполагаемым темам диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Если защита реферата проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

Реферат оформляется шрифтом 14 Times New Roman с полуторным интервалом, абзацный отступ 1,25 см, интервал полуторный.

Пример оформления реферата

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра моделирования физических процессов и систем

Реферат
по теме: «Тема диссертации»

Аспирант 2 курса
по научной специальности

Фамилия И.О.
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Проверил:

Фамилия И.О.
кандидат физико-математических наук

Тюмень год

ВВЕДЕНИЕ

Описывается актуальность задачи.

ГЛАВА 1. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

ГЛАВА 2. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вопросы к дифференцированному зачёту

1. Уравнение состояния углеводородных систем применительно к условиям в пласте, в скважинах, систем подготовки нефти, газа, газоконденсата.
2. Вязкость, теплопроводность, теплоемкость, поверхностное натяжение, температура застывания нефти.
3. Теплофизические свойства углеводородных газов и газоконденсатов.
4. Теплопроводность горных грунтов и пород. Теплофизические свойства влажных и мерзлых грунтов.
5. Фильтрационно-емкостные свойства горных пород в пластовых условиях. Теплоемкость грунтов.
6. Неизотермические задачи подземной термогазодинамики.
7. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи пласта.
8. Система уравнений термогазодинамики при течении в скважине нефти, газа, газоконденсата.
9. Осложнения при эксплуатации скважин и трубопроводов.
10. Тепловые поля вблизи заглубленного трубопровода.
11. Промораживание и оттаивание грунта. Морозное пучение.
12. Напряжения и деформации в заглубленном трубопроводе.
13. Процессы и оборудование для подготовки нефти.
14. Теплообмен в аппаратах подготовки нефти.
15. Тепломассообмен при хранении нефти и нефтепродуктов.
16. Испарение нефти в резервуарах.
17. Термодинамика процессов в аппаратах воздушного охлаждения газов.
18. Параметрический анализ аппаратов воздушного газа.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Методы решения задач тепломассопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде: учебное пособие / В. И. Коновалов, А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова, А. Н. Колиух. — Методы решения задач тепломассопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012 — 81 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/64112.html>> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

8.2. Дополнительная литература:

1. Шиляев, М. И. Гидродинамика и тепломассообмен пленочных течений в полях массовых сил и их приложения : монография / М.И. Шиляев, А.В. Толстых. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 198 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/603. - ISBN 978-5-16-009291-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2124908> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: по подписке.

2. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 398 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1225064> (дата обращения: 21.05.2026). – Режим доступа: по подписке.

8.3 Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>.
2. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>.
3. <http://www.springerlink.com> – ICSTI Resource Network SpringerLink – уникальная по тематическому содержанию электронная коллекция научных и технологических журналов, книг, а также ссылок на научные работы.
4. www.cnetbase.com Справочники и книги.
5. <http://www.csa.com/htbin/dbrng.cgi?> username=XXXX&access=XXXX CSA Technology research databases – реферативные базы данных.
6. <http://www.qpat.com> Questel Patent – базы данных, содержащие информацию об интеллектуальной собственности. Коллекция патентного фонда насчитывает свыше 50 миллионов документов из 80 стран и международных патентных ведомств.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Лицензионное ПО: Пакет программ MicrosoftOffice

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, персональный компьютер.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы аспирант должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. При необходимости следует обращаться за консультацией к

преподавателю. Перед консультацией необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у аспиранта, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.