

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель программы
аспирантуры
профессор А.М. Щипачёв**

**Декан
нефтегазового факультета
доцент Д.С. Тананыхин**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И
ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.8. Недропользование и горные науки
Научная специальность:	2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ
Форма освоения программы аспирантуры:	Технические
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	к.т.н., Пшенин В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, направленности (профилю) «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ».

Составитель: _____ к.т.н. В.В. Пшенин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры транспорта и хранения нефти и газа «22» сентября 2022 г., протокол № 2.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры _____ к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
транспорта и хранения нефти и газа _____ д.т.н., проф. А.М. Щипачёв

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний, развитие творческого естественнонаучного мышления, подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению научных задач, связанных с математическим моделированием сложных систем и анализом результатов.

Основные задачи дисциплины:

- углубленное изучение теоретических основ и современной проблематики в области математического моделирования процессов транспорта и хранения нефти и газа;
- овладение методами постановки и решения задач математического моделирования;
- формирование у аспирантов: навыков научно-исследовательской деятельности в области транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа;
- мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в изучаемой области знаний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» является обязательной дисциплиной вариативной части блока 1 ОПОП, соответствующей ФГОС ВО для уровня подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденному приказом Минобрнауки России от 30.07.2014. №886 в редакции приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464. по направлению 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин в объеме программы высшего профессионального образования на уровне специалитета, магистратуры и аспирантуры: «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа», «Научные основы эксплуатации и ремонта нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ».

Данная дисциплина «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» является предшествующей для получения знаний и умений по следующим дисциплинам: научно-исследовательской практики, научно-исследовательской работы и выполнения квалификационной выпускной работы, где рассматриваются вопросы, специфичные для данного направления подготовки.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: - основные способы формализации математических моделей; - способы составления дифференциальных уравнений различных процессов в области транспорта и хранения нефти и газа, в т.ч. для нелинейных задач; - теоретические основы классических уравнений математической физики применительно к задачам нефтегазового дела.

уметь: - использовать аналитические методы решения дифференциальных уравнений; - применять численные методы решения диф. уравнений и систем диф. уравнений; - оценивать полученные результаты (устойчивость, точность, физический смысл).

владеть навыками: - специализированными программами для решения дифференциальных уравнений, их систем, а также анализа результатов.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часов, 2 зачётная единица.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе	24	24
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Постановка отчета по выбранной задаче моделирования.	24	24
Трудоемкость дисциплины	36	36
Вид промежуточной аттестации – ДЗ	(36)	(36)
Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Составление и решение дифференциальных уравнений математической физики применительно к задачам транспорта и хранения нефти и газа	18	2	4	-	12
2.	Методы анализа результатов решения уравнений и систем уравнений	18	2	4	-	12
	Итого:	36	4	8	-	24

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на изучение основ математического моделирования применительно к задачам транспорта и хранения нефти и газа.

Тема 1. Составление и решение дифференциальных уравнений математической физики применительно к задачам транспорта и хранения нефти и газа

Классификация уравнений. Способы составления уравнений и их систем. Основные методы решения уравнений.

Тема 2. Методы анализа результатов решения уравнений и систем уравнений

Методы анализа результатов решения уравнений. Интерпретация физического смысла. Анализ устойчивости уравнений к изменению параметров. Применение программного обеспечения для численного анализа решений.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия, которые помогают аспиранту глубже изучить материал, данный на лекционных занятиях, научиться применять методы решения уравнений и их систем, в т.ч. с использованием программного обеспечения.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Проведение текущего контроля успеваемости

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

— устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (кандидатский экзамен).

6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

1. Понятие математической модели
2. Формализация сложных моделей
3. Составление дифференциальных уравнений

4. Принципы составления дифференциальных уравнений
5. Классификация дифференциальных уравнений
6. Основные методы решения дифференциальных уравнений
7. Методы решения систем дифференциальных уравнений
8. Физическая интерпретация результатов решений
9. Анализ устойчивости решений уравнений
10. Чувствительность решений к изменению коэффициентов
11. Применение программного обеспечения для решения дифференциальных уравнений.
12. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений
13. Вывод уравнений из законов сохранения
14. Вывод уравнение из принципа наименьшего действия
15. Построение математических моделей для нелинейных процессов транспорта нефти и газа.

6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50% лекционных занятий	Посещение не менее 60% лекционных занятий	Посещение не менее 80% лекционных занятий	Посещение не менее 80% лекционных занятий
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Научный обзор по теме исследования не выполнен	Научный обзор по теме исследования выполнен посредственно: имеются существенные недостатки в оформлении, проанализирован недостаточный объем источников и др.	В научном обзоре по итогам работы имеются незначительные неточности.	Научный обзор выполнен правильно и в полном объеме.

6.4. Проведение промежуточной аттестации в форме дифференциального зачета

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование процессов транспорта и хранения нефти и газа» осуществляется в порядке, утвержденном Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

7.1. Основная литература

1. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977.
2. Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высш. школа, 1970.
3. Бицадзе А. В. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1976.

7.2. Дополнительная литература

1. Владимиров В. С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 2000.
2. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров. М.: Мир, 1985.
3. Поддубный Г. В., Романовский Р. К. Математический анализ для радиоинженеров. М.: Воениздат, 1976.

7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. www.consultant.ru/.
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/https://e.lanbook.com/books>.
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahooи др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
10. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
11. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
14. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

7.4. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://elsevierscience.ru/events/webinars/> – Онлайн-тренинги (Webinars) Elsevier
2. <http://elsevierscience.ru/info/scopus-course/> – Онлайн-курс "Инструменты Scopus"
3. http://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/pdf/informaciya_dlya_provedeniya_patentnogo_poiska.pdf – информация для проведения патентного поиска по российским и зарубежным базам данных
4. <https://clarivate.ru/webinars> – Бесплатные онлайн-семинары Clarivate Analytics

5. <https://rupto.ru/ru> - «Роспатент» – Федеральная служба по интеллектуальной собственности
6. <https://webofsciencelearning.clarivate.com/learn/signin> – Образовательный онлайн модуль Web Of Science Group Learning
7. <https://www.antiplagiat.ru/training/> – Бесплатные обучающие вебинары системы «Антиплагиат»
8. <https://www1.fips.ru/> – Федеральный институт промышленной собственности
9. lagunita.stanford.edu/courses/course-v1:Medicine+SciWrite+Ongoing/about – Бесплатный онлайн-курс по написанию научных трудов на английском языке «Writing in the Sciences», Стэнфордский университет.
10. www.academia.edu – академическая платформа для свободного обмена научными работами на английском языке.
11. www.utr.spb.ru/info/Торо_%D0%A2%D0%9A_061115_1.pdf – Союз переводчиков России. Принципы и правила транслитерации и перевода на английский язык названий объектов.
12. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
13. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
14. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
15. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
16. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
17. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
18. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
19. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
20. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
21. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
22. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
23. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
24. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
25. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Для реализации программы используются: специализированные аудитории Учебного центра №1, включая аудиторный фонд научных центров Университета и Учебно-консультационного центра интерпретации научных исследований, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащенные мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Реализация программы возможна также при использовании дистанционных образовательных технологий.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул - 25 шт., стол - 2 шт., стол компьютерный - 13 шт., шкаф - 2 шт., доска аудиторная маркерная - 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) - 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером - 1 шт., рабочие места аспирантов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета - 17 шт., мультимедийный проектор - 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа - 1 шт. (системный блок, мониторы - 2 шт.), стол - 18 шт., стул - 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)