

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова (136)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 12 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ»

Направление: 18.04.01 Химическая технология

Проектирование технологических процессов и оборудования нефтегазохимических
производств

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Баяндин Виктор
Владимирович
Дата подписания: 19.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 22.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Чайка Анна
Анатольевна
Дата подписания: 22.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Моделирование и оптимизация трубопроводных систем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен к руководству организацией нового строительства и технического перевооружения на объектах нефтегазопереработки и нефтегазохимии	ПК-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.1	Разрабатывает технические задания и исходные данные на проектирование объектов хранения углеводородов и трубопроводных систем	Знать нормативно-техническую базу проектирования и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта (СП, ГОСТ, СТО, ПБ и др.); основные принципы и этапы проектного цикла сооружения нефте- и газопроводов (от ТЗ до ввода в эксплуатацию); физико-химические свойства нефти, нефтепродуктов и природного газа, влияющие на режимы перекачки и выбор параметров трубопровода; методики гидравлических расчётов трубопроводов (потери напора, подбор диаметров, определение рабочих режимов); методы расчёта трубопроводов на прочность, устойчивость и долговечность (в том числе с учётом нагрузок от давления, температуры, грунта); способы прокладки трубопроводов (подземная, надземная, подводная) и особенности проектирования в различных природно-климатических условиях (включая районы вечной мерзлоты и сейсмически активные зоны); принципы расстановки насосных и компрессорных станций, выбор и обоснование их количества и местоположения; требования промышленной, экологической и пожарной

		безопасности при проектировании трубопроводных систем; основы технико-экономического обоснования проектных решений (оценка капитальных и эксплуатационных затрат, выбор оптимальных параметров). Уметь собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования трубопроводной системы; выполнять гидравлические расчёты нефте- и газопроводов для различных режимов работы (стационарных и нестационарных); рассчитывать толщину стенки трубопровода и проверять его на прочность и устойчивость с учётом всех действующих нагрузок; определять оптимальное количество и местоположение насосных/компрессорных станций по трассе трубопровода; выбирать тип и параметры запорно-регулирующей арматуры, камер пуска/приёма средств очистки и диагностики; разрабатывать принципиальные технологические схемы трубопроводных систем и обосновывать принятые технические решения; оценивать риски и разрабатывать мероприятия по обеспечению надёжности и безопасности эксплуатации трубопроводов. Владеть навыками работы с нормативно-технической документацией в области проектирования трубопроводного транспорта; методиками проведения проверочных расчётов (на прочность, устойчивость, предотвращение всплытия, допустимый радиус изгиба, гидравлический удар и т. д.); приёмами выбора оптимальных конструктивных и технологических решений с учётом специфики объекта и условий эксплуатации;
--	--	---

		инструментами автоматизированного проектирования (САД-системы) и инженерного анализа (САЕ- системы) для разработки и проверки проектных решений; методами оценки воздействия проектируемых объектов на окружающую среду и разработки природоохранных мероприятий; навыками оформления проектной и рабочей документации в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС; современными программными комплексами для гидравлического и прочностного моделирования трубопроводных систем (например, PipeFlow, СТАРТ, ANSYS и др.).
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование и оптимизация трубопроводных систем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы нефтепереработки и нефтехимии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	33	33
лекции	11	11
лабораторные работы	22	22
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	39	39
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Порядок проектирования магистральных трубопроводов	1	2	1	2			1, 2, 3	13	Устный опрос
2	Основные объекты и сооружения магистрального нефте- и газопровода	2	2					3	4	Устный опрос
3	Насосно-компрессорное оборудование для перекачки нефти и газа	3	2	2, 3	4			3	4	Решение задач
4	Технологический расчет магистральных нефтепроводов	4	3	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	14			1, 3	12	Решение задач
5	Механический расчет нефтепровода	5	2	11	2			1, 3	6	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		11		22				75	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Порядок проектирования магистральных трубопроводов	Разбираются этапы организации проектных работ. Назначения и цель инженерных изысканий. Процедуры выбора оптимальной трассы магистрального трубопровода. Как осуществляется управлением проекта и проведения экспертизы принятых проектных решений. Авторский надзор за строительством объекта.
2	Основные объекты и сооружения магистрального нефте- и газопровода	Разбираются состав и сооружения магистрального нефте- и газопроводов. Особенности компоновки технологического оборудования в зависимости от длины трубопровода.
3	Насосно-компрессорное оборудование для перекачки нефти и газа	Классификация насосного и компрессорного оборудование. Устройство. Особенности работы. Построение характеристик насосов и компрессоров по экспериментальным данным. Способы изменения характеристик.
4	Технологический расчет магистральных нефтепроводов	В рамках данного раздела разбираются основные этапы и методики технологического расчета нефтепровода, такие как определения параметров

		нефтепровода, расчет потери напора и гидравлического уклона, особенности расчета трубопроводов с лупингами и вставками, определения перевальной точки и расчетной длины нефтепровода, построение характеристики нефтепровода, определения рабочей точки, определения числа перекачивающих станций и расстановка перекачивающих станций по трассе нефтепровода.
5	Механический расчет нефтепровода	В рамках данного раздела изучаются основные методы механического расчета. Методику определения толщины стенки трубопровода. Проверка прочности и устойчивости подземных трубопроводов, а также расчет устойчивости трубопроводов против всплытия.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Расчет физико-химических свойств нефтей и нефтепродуктов	2
2	Построение характеристики насоса	2
3	Изменения характеристик центробежных насосов	2
4	Потери напора и гидравлический уклон в простом нефтепроводе	2
5	Трубопроводы с лупингами и вставками	2
6	Перевальная точка. Трубопроводы с самотечными участками	2
7	Построение характеристики нефтепровода	2
8	Уравнение баланса напоров. Рабочая точка	2
9	Определение числа перекачивающих станций	2
10	Расстановка перекачивающих станций по трассе нефтепровода	2
11	Определения толщины стенки трубопровода. Расчет устойчивости трубопроводов против всплытия.	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	12

	(лабораторным работам)	
2	Подготовка к экзамену	7
3	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Групповая дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные занятия предназначены для более глубокого усвоения теоретических знаний и являются неотъемлемой частью подготовки магистра.

Цель лабораторных занятий: закрепить навыки инженерных расчетов для специалистов в области проектирования объектов хранения нефти и газа.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает изучение (повторение) теоретического материала по теме, анализ источников информации по заданию преподавателя.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.

Этот вид самостоятельной работы студентов преследует цель усвоить и углубить полученные теоретические знания по курсу, научиться ориентироваться в учебной и научной литературе, нормативно-технической документации, ориентироваться в информационном и методическом обеспечении курса в библиотеке, применять эти знания и навыки на практике.

Теоретический материал по теме занятия изучается с использованием рекомендованной литературы и конспектов лекций, а также электронных образовательных ресурсов.

Оперативный контроль знаний теоретического материала осуществляется в форме устного блиц-опроса в ходе лекционных занятий и одновременно является формой интерактивного обучения (ответ обучающихся в форме интерактивного выступления).

Электронный курс "Проектирование объектов хранения нефти и газа" - URL:
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=11269>

2. Подготовка к лабораторным занятиям.

Подготовка к лабораторным занятиям осуществляется заблаговременно. Изучается теоретический материал по теме занятия с использованием рекомендованной литературы и конспектов лекций, а также электронных образовательных ресурсов. Подбирается фактический материал, и анализируются источники информации по проблемной области, обозначенной в теме занятия или конкретизированной преподавателем. Перечень тем лабораторных занятий, учебно-тематический план, темы и даты проведения семинарских занятий сообщаются обучающимся заблаговременно.

3. Подготовка к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется по контрольным вопросам. Для подготовки используются конспекты лекций, слайд-лекции, рекомендованная учебная и научная литература, электронные образовательные ресурсы.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Оперативный контроль знаний теоретического материала осуществляется в форме устного блиц-опроса в ходе лекционных занятий и одновременно является формой интерактивного обучения (ответ обучающихся в форме интерактивного выступления).

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы вопроса, достоверность представленной информации, актуальность и корректность приведённых примеров, аргументированные ответы на вопросы.

6.1.2 семестр 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Большинство задач, решаемых на практических занятиях, имеют отношения к физическим явлениям и технологии хранения нефти и нефтепродуктов. Задачи решаются с использованием программы MathCad.

Критерии оценивания.

По результатам проверки каждого задания выставляется одна из следующих оценок (перечислены в порядке убывания): "+" задача решена полностью; "+-" задача решена с недочетами, не влияющими на общий ход решения; "-+" задача не решена (например, в решении содержатся грубые ошибки), но имеются содержательные продвижения; "-" задача не решена; за задачу, к решению которой участник не приступал, ставится оценка "0". При подведении итогов учитывается только количество в целом решенных задач, за которые поставлена оценка "+" или "+-".

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.1	Сформированы умения выполнять технологический и конструктивный расчет трубопроводных систем, компрессоров и насосов.	Решение прикладных задач; устное собеседование по вопросам.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Рубежный контроль – проверка выполнения СРС (решение задач по индивидуальному заданию). Студент, не представивший выполненные задания СРС в письменной форме или выполнивший работу неудовлетворительно, к итоговому контролю не допускается. Промежуточный контроль – экзамена в форме устного ответа обучающегося на вопросы билета и два дополнительных вопроса экзаменующего. На подготовку ответа отводится 20 мин. без использования учебной или справочной литературы.

Экзаменационные вопросы:

1. Перечислите основные нормативные документы (СП, ГОСТ, ФНП и др.), регламентирующие проектирование и эксплуатацию объектов хранения нефти и нефтепродуктов. Кратко раскройте назначение 2–3 из них.
2. Какие факторы определяют выбор типа резервуара (РВС, РВСП, РВСПК, горизонтальный, подземный и т. д.) для хранения нефти/нефтепродуктов? Приведите 3–4 ключевых критерия.
3. Объясните, как физико-химические свойства нефти (плотность, вязкость, давление насыщенных паров) влияют на конструктивные и технологические решения при проектировании резервуарного парка.
4. Как рассчитывается необходимый объём резервуарного парка для нефтеперекачивающей станции? Раскройте смысл и типичные значения коэффициентов неравномерности перекачки и использования ёмкости.
5. Опишите алгоритм подбора типоразмеров и количества резервуаров. Какие технико-экономические и эксплуатационные факторы нужно учитывать при выборе оптимального варианта?
6. Как определяется страховой (аварийный) запас объёма хранения? Приведите пример расчёта для НПС заданной производительности.
7. Как учитываются сезонные и технологические колебания при определении вместимости резервуарного парка?
8. В чём разница между потерями от «больших» и «малых» дыханий резервуара? Перечислите методы снижения этих потерь и кратко охарактеризуйте каждый.
9. Опишите принцип работы и основные элементы системы улавливания лёгких фракций (УЛФ). Как рассчитывается производительность газоуравнительной линии?
10. Какие конструктивные решения (понтон, плавающая крыша, газовое пространство) позволяют снизить испарение продукта? Сравните их эффективность и области применения.
11. Как выполняется расчёт толщины стенки вертикального стального резервуара? Перечислите все основные составляющие расчётной формулы и поясните смысл каждой.
12. Какие нагрузки учитываются при расчёте элементов резервуара (стенка, днище, крыша)? Как определяются ветровые и снеговые нагрузки по действующим нормативам?
13. Опишите методику расчёта подземных резервуаров для СУГ: какие параметры (давление, температура, глубина заложения) критичны и почему?
14. В каких случаях требуется теплотехнический расчёт резервуара или хранилища? Приведите пример постановки задачи и основных расчётных зависимостей.
15. Опишите типовую технологическую схему резервуарного парка: основные узлы, потоки продукта, назначение приёмо-раздаточных устройств, дыхательной и предохранительной арматуры.
16. Как подбирается основное технологическое оборудование (клапаны, уровнемеры, пробоотборники, насосы)? Перечислите 3–4 критерия выбора и приведите пример.
17. Раскройте назначение и принципы работы систем автоматизации и контроля резервуарного парка (датчики уровня, сигнализация, блокировки, АСУТП).
18. Какие требования предъявляются к планировке резервуарного парка и размещению резервуаров (противопожарные разрывы, обвалование, дороги, зоны безопасности)? На какие нормативные документы следует опираться?

19. Перечислите основные системы обеспечения промышленной и пожарной безопасности объектов хранения углеводородов (молниезащита, заземление, пожаротушение, контроль загазованности). Кратко опишите назначение каждой.

20. Как проводится оценка рисков при проектировании объекта хранения нефти/газа? Приведите примеры типовых сценариев аварий и соответствующих мер по их предотвращению и локализации.

Пример задания:

Билет 1

1. Перечислите основные нормативные документы (СП, ГОСТ, ФНП и др.), регламентирующие проектирование и эксплуатацию объектов хранения нефти и нефтепродуктов. Кратко раскройте назначение 2–3 из них.

2. Как выполняется расчёт толщины стенки вертикального стального резервуара?

Перечислите все основные составляющие расчётной формулы и поясните смысл каждой.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза.

7 Основная учебная литература

1. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов : учеб. пособие для нефтегаз. вузов по специальности 090700 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" / П. И. Тугунов [и др.], 2002. - 655.

2. Коршак А. А. Основы транспорта, хранения и переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавриата "Нефтегазовое дело" / А. А. Коршак, 2015. - 365.

3. Коршак А. А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов : учебник для вузов по направлению подготовки бакалавриата "Нефтегазовое дело" / А. А. Коршак, А. М. Нечваль, 2016. - 540.

4. Коршак А. А. Технологический расчет магистрального нефтепродуктопровода : учебное пособие для вузов / А. А. Коршак, А. К. Николаев, Н. А. Зарипова, 2022. - 92.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/195502>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Коршак А. А. Нефтеперекачивающие станции : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавриата "Нефтегазовое дело" / А. А. Коршак, 2015. - 269.

2. Коршак А. А. Компрессорные станции магистральных газопроводов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавриата "Нефтегазовое дело" / А. А. Коршак, 2016. - 157.

3. Тетельмин В. В. Нефтегазопроводы : учебное пособие по специальностям бакалавриата направления "Нефтегазовое дело" / В. В. Тетельмин, В. А. Язев, 2008. - 254.

4. Тетельмин В. В. Магистральные нефтегазопроводы : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев, 2013. - 351.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. PTC MathCAD15 english_коммерческая _поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.