

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

Структурное подразделение «Нефтегазового дела»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №26 от 10 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Бурение нефтяных и газовых скважин

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Зедгенизов Антон
Викторович
Дата подписания: 02.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Буглов Николай
Александрович
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Шмаков Андрей
Константинович
Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Проектная деятельность» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
УК-1.4	Способен самостоятельно выполнить поиск и анализ информации и сформулировать на ее основе требуемое знание	Знать Основы работы в поисковых системах. Уметь Выполнять целевые поисковые запросы. правильно формулировать запрос в поисковых системах Владеть Навыками анализа информации, получаемой из поисковых систем
УК-1.5	Способен на основе синтеза и анализа информации получить представление о связях между составляющими предмета изучения. Способен на основе полученных данных выполнить системный анализ разрозненной информации и сформулировать и обосновать необходимость дополнительного поиска информации	Знать Основы синтеза и анализа информации Уметь Представление о связях между составляющими предмета изучения Владеть Навыками синтеза и анализа информации о связях между составляющими предмета изучения
УК-3.2	Осознает свою командную роль и в соответствии со своей ролевой позицией участвует в решении поставленных задач. При установке и поддержании контактов внутри команды	Знать Основные нормы и способы социального взаимодействия Уметь Устанавливать и поддерживать контакты внутри команды. Владеть Навыками ролевого

	использует основные нормы и способы со-циального взаимодействия	участия в решении поставленных задач.
УК-3.3	Осознает свою командную роль. В зависимости от условий может занять смежную командную роль. В соответствии со своей ролевой позицией участвует в решении поставленных задач. При установке и поддержании контактов в команде и взаимодействии с внешними стейкхолдерами использует основные нормы и способы социального взаимодействия	Знать Знать свою командную роль и предъявляемые к ней требования. Уметь В зависимости от условий занять смежную командную роль. Владеть Навыками установки и поддержания контактов в команде при взаимодействии с внешними стейкхолдерами.
УК-3.4	Осознает свою командную роль. В зависимости от условий может занять смежную командную роль. В соответствии со своей ролевой позицией участвует в решении поставленных задач. При установке и поддержании контактов в команде и взаимодействии с внешними стейкхолдерами использует основные нормы и способы социального взаимодействия. Участвует в разработке командной стратегии в позиции инициатора	Знать Свою командную роль. Уметь В зависимости от условий занять смежную командную роль. в соответствии со своей ролевой позицией участвовать в решении поставленных задач. Владеть Навыками установки и поддержания контактов в команде при взаимодействии с внешними стейкхолдерами.
УК-1.6	Способен выполнять поиск и синтез информации, а так же выполнить системный анализ и на основе этого формулировать запрос на новый поиск. Предлагает стратегию действий и может выполнить ее критический анализ на основе полученной информации Проектная деятельность	Знать Стратегию действий при работе с поисковыми системами. Уметь Выполнить критический анализ работы поисковой системы на основе полученной информации. Владеть Навыками поиска и синтеза основе поисковых информационных систем.
УК-2.2	Планирует и реализует проект с учетом последовательности этапов жизненного цикла проекта и требований к результату и ходу реализации проекта. Может представить результаты проекта	Знать Принципы планирования и реализации проекта. требования к результату и ходу реализации проекта. Уметь Оценивать последовательности этапов жизненного цикла проекта. Владеть Навыками очередности реализации проекта с учётом

		особенностей работы в команде.
УК-2.3	Планирует проект с учетом ограничений ресурсов, требований к результату и ходу реализации проекта. Реализует проект с учетом основных этапов жизненного цикла проекта. Может представить результаты проекта. Самостоятельно оценивает результаты проекта	Знать Требования к результату и ходу реализации проекта. Уметь Прогнозировать ход выполнения проекта с учетом ограничений ресурсов Владеть Информацией о ресурсном обеспечении проекта и его основных этапах жизненного цикла.
УК-2.4	Планирует проект с учетом ограничений ресурсов, требований к результату и ходу реализации проекта. Реализует проект с учетом основных этапов жизненного цикла проекта в позиции руководителя. Может представить результаты проекта. Самостоятельно оценивает результаты проекта. Принимает участие в организации сбора опыта по итогам реализации проекта Проектная деятельность	Знать Требования к результату и ходу реализации проекта. Уметь Планировать проект с учетом ограничений ресурсов. Владеть Навыками проектирования с учетом основных этапов жизненного цикла проекта в позиции руководителя.
УК-6.1	Эффективно планирует и организует свою деятельность. Ставит личные цели и обоснованно определяет их приоритетность. Участвует в рефлексии на позиции участника	Знать Основы рефлексии на позиции участника. Уметь Определять приоритетность выполнения задач при достижении поставленной цели. Владеть Навыками эффективности планирования и организации своей деятельности.
УК-6.2	Эффективно планирует и организует свою деятельность. Ставит личные цели и обоснованно определяет их приоритетность. Является инициатором запросов недостающих знаний и понимает их значимость. Участвует в рефлексии на позиции соорганизатора	Знать Основы организационной деятельности при командной работе. Уметь Инициировать запросы недостающих знаний и понимает их значимость Владеть Навыками рефлексии на позиции соорганизатора.
УК-6.3	Эффективно планирует и организует как свою деятельность, так и деятельность команды. Ставит личные и командные цели и обоснованно определяет их приоритетность. Является инициатором запросов	Знать Основы организационной деятельности в командной работе. Уметь Ставить личные и командные цели и обоснованно определять их приоритетность. Владеть Навыками рефлексии на позиции руководителя.

	недостающих знаний и понимает их значимость. Участвует в рефлексии на позиции руководителя	
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Проектная деятельность» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Статистический анализ и планирование эксперимента», «Гидравлика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Информационные технологии в нефтегазовом комплексе»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 12 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)			
	Всего	Семестр № 4	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	432	144	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	42	14	14	14
лекции	0	0	0	0
лабораторные работы	0	0	0	0
практические/семинарские занятия	42	14	14	14
Контактная работа, в том числе	0	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	378	126	126	126
Трудоемкость промежуточной аттестации	12	4	4	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ 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	Транспортировка углеводородного сырья.					1	4	1, 2, 3	40	Устный опрос
2	Основные сведения о магистральных трубопроводах					2	4	1, 2, 3	40	Устный опрос
3	Трассирование трубопроводов					3	6	1, 2, 3	46	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой
	Всего						14		130	

Семестр № 5

№ 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	Проектирование трассы трубопровода					1	4	1, 2, 3	40	Устный опрос
2	Расчёт технологических параметров нефтепроводов					2	4	1, 2, 3	40	Устный опрос
3	Расчёт потребного числа транспортных средств (трубовозов)					3	6	1, 2, 3	46	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой
	Всего						14		130	

Семестр № 6

№ 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	Корректировка потребного числа турбовозов с учётом увеличения длины маршрута при организации временных мест складирования труб по трассе					1	4	1, 2, 3	37	Устный опрос

	трубопровода									
2	Оценка потребного числа строительных потоков					2	4	1, 2, 3	37	Устный опрос
3	Оценка времени заполнения трубопроводов водой или воздухом					3	4	1, 3	30	Устный опрос
4	Устойчивость подводного трубопровода					4	2	2, 3	22	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой
	Всего						14		130	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Транспортировка углеводородного сырья.	В настоящее время в нашей стране существует весьма разветвлённая сеть магистральных трубопроводов особенно в Западной части России. Это обусловлено освоением природных богатств нашей страны с запада на восток . Открытие крупнейших нефтяных месторождений в Мире в середине пошлого столетия на территории западной Сибири позволило создать разветвлённую сеть магистральных трубопроводов.
2	Основные сведения о магистральных трубопроводах	Магистральные трубопроводы — это капитальные инженерные сооружения, рассчитанные на длительный срок эксплуатации и предназначенные для бесперебойной транспортировки на значительные расстояния природных и искусственных газов (в газообразном или сжиженном состоянии), нефти, нефтепродуктов, воды, твердых и сыпучих тел, взвешенных в потоке воздуха или воды, от мест их добычи, переработки, забора (начальная точка трубопровода) к местам потребления, (конечная точка).
3	Трассирование трубопроводов	Задача выбора оптимальной трассы магистрального трубопровода в общем виде формулируется следующим образом: на местности рассматривается некоторая область, включающая точки, которые должны быть соединены трубопроводом. В каждой точке области определено значение критерия оптимальности (например, стоимость строительства трубопровода). В этой области существует множество различных путей, соединяющих

		начальную и конечную точки. Каждому пути соответствует определенное значение критерия оптимальности. Требуется из всех существующих путей выбрать путь с экстремальным значением критерия, т. е. в рассматриваемом случае с наименьшей стоимостью строительства трубопровода).
--	--	--

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Проектирование трассы трубопровода	Ввиду того, что практически трудно выразить изменение критерия оптимальности по всей области поиска оптимальной трассы в виде непрерывной функциональной зависимости от координат текущей точки (хотя такие попытки и делались), большинство задач о выборе оптимальной трассы формулируются как задачи о поиске «кратчайшего пути» на сети. При этом бесконечное множество возможных трасс в непрерывной области развития заменяется конечным множеством фиксированных на местности допустимых путей, состоящих из дуг сети (узлом: сети называется точка, в которой сходятся два и более линейных элементов сети; дугой называется линия, соединяющая два узла).
2	Расчёт технологических параметров нефтепроводов	Важнейшим элементом проектирования трубопроводов являются его технологические параметры: диаметр трубопровода; давление на разных его участках; число насосных станций; расстановка насосных станций в плане трассы трубопровода; режимы перекачки и др. Кроме этого, необходимо учитывать, что температура по всей длине трубопровода должна быть постоянной, поскольку от этого зависит вязкость перекачиваемого флюида, а следовательно и все основные гидростатические параметры.
3	Расчёт потребного числа транспортных средств (трубовозов)	При строительстве линейной части трубопровода приходится осуществлять значительный объём перевозок труб и других материалов (оборудования). Поэтому, оценка потребного числа транспортных средств является важной производственной задачей.

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Корректировка потребного числа турбовозов с учётом увеличения длины маршрута при	Корректировка потребного числа турбовозов с учётом увеличения длины маршрута необходима, прежде всего, для повышения эффективности выполнения логистических операций при доставке труб и других материалов, и оборудования

	организации временных мест складирования труб по трассе трубопровода	потребных для строительства трубопровода. По мере строительства трубопровода территориальная потребность в расходных материалах будет смещаться по трассе строительства и, следовательно, строительной технике (трубоукладчикам) придётся осуществлять всё большие передвижения к временному складу, находящемуся в начале строительства, что в какой-то момент может оказаться неприемлемым с точки зрения затрат времени и общей эффективности организации строительства.
2	Оценка потребного числа строительных потоков	При наличии на трассе достаточного количества кранов или кранов-трубоукладчиков, а также возможностей для сварки отдельных труб и секций в плети или непрерывную нить более эффективной является укладка трубопровода плетями или непрерывной ниткой, для чего их с бермы траншеи укладывают на дно четырьмя или тремя кранами-трубоукладчиками, из которых последний в очереди трубоукладчик опускает плеть на дно траншеи, высвобождает мягкий захват и переходит в новое положение перед предпоследним трубоукладчиком и так далее, пока вся колонна (до 7 трубоукладчиков) не переместиться на одну позицию.
3	Оценка времени заполнения трубопроводов водой или воздухом	Задача определения времени заполнения трубопровода газообразной или жидкой средой связана с необходимостью установления точных сроков подачи передаваемого сырья потребителю. Первостепенно такая оценка важна в случаях создания технологических циклов производства, в которых подача сырья по трубопроводу должна, быть реализована в соответствии с некоторым технологичным расписанием. В других случаях роль точного расчёта может оказаться важным при заключении крупных контрактов на поставку жидкого или газообразного сырья на значительные расстояния в межконтинентальном направлении или по территории материков (трубопровод «Дружба» 5500 км).
4	Устойчивость подводного трубопровода	Под устойчивостью подводного трубопровода понимается способность оставаться в покое при самом неблагоприятном сочетании основных силовых воздействий – выталкивающее Архимедово усилие, горизонтальная и вертикальная составляющие гидродинамического воздействия потока, силы упругости трубопровода и т.д.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Оценка вариантов транспортировки углеводородного сырья в рамках транспортно-энергетического комплекса РФ	4
2	Основные сведения о магистральных трубопроводах	4
3	Выбор оптимальных трасс трубопроводов	6

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Проектирование трассы трубопровода	4
2	Расчёт технологических параметров нефтепроводов	4
3	Расчёт потребного числа транспортных средств (трубовозов)	6

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Корректировка потребного числа турбовозов с учётом увеличения длины маршрута при организации временных мест складирования труб по трассе трубопровода	4
2	Оценка потребного числа строительных потоков	4
3	Оценка времени заполнения трубопроводов водой или воздухом	4
4	Устойчивость подводного трубопровода	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	30
2	Подготовка к зачёту	36
3	Подготовка к участию в проектах	60

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
---	---------	----------------------------

1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	30
2	Подготовка к зачёту	36
3	Подготовка к участию в проектах	60

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	30
2	Подготовка к зачёту	16
3	Подготовка к участию в проектах	80

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

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Оценка вариантов транспортировки углеводородного сырья в рамках транспортно-энергетического комплекса РФ

При выполнении данной работы следует учитывать следующие положения:

1. Расположение месторождения в плане страны.
2. Трассы существующих магистральных трубопроводов.
3. Сопутствующую транспортную и энергетическую инфраструктуры прилегающей территории к месторождению.
4. Прогнозируемые объёмы добычи углеводородного сырья (УВС).
5. Природно-климатические условия и ландшафт местности.

В настоящее время в нашей стране существует весьма разветвлённая сеть магистральных трубопроводов особенно в Западной части России. Это обусловлено освоением природных богатств нашей страны с запада на восток (рис. 1). Открытие крупнейших нефтяных месторождений в Море в середине прошлого столетия на территории западной Сибири позволило создать разветвлённую сеть магистральных трубопроводов.

Рис. 1 – Сеть магистральных трубопроводов ПАО «Танснефть»

Существующие и перспективные месторождения нефти и газа, составляющих основу топливно-энергетического комплекса РФ представлены на (рис. 2). Следует особенно выделить потенциальную возможности Арктической территории и континентального шельфа.

Рис. 2. Карта топливно-энергетических ресурсов РФ

Рис. 3 – Арктическая зона РФ

Исходящие ресурсы месторождений Сибири, изменение глобально климата на планете, а также развитие технологий добычи и транспортировки УВС позволяют осуществлять освоение Арктических территорий (рис. 3) не только вахтовым методом, но

и с учётом создания полноценных урбанизированных территорий устойчивого развития. В стратегии констатируется, что Арктическая зона обеспечивает добычу более 80 процентов горючего природного газа и 17 процентов нефти (включая газовый конденсат) в Российской Федерации, Континентальный шельф РФ в Арктике, по оценкам экспертов, содержит более 85,1 трлн. куб. метров горючего природного газа, 17,3 млрд тонн нефти (включая газовый конденсат) и является стратегическим резервом развития минерально-сырьевой базы РФ. Также отмечается, что в Арктической зоне располагаются объекты стратегических сил сдерживания в целях недопущения агрессии против РФ и ее союзников", "в Арктической зоне проживает 19 малочисленных народов, располагаются объекты их историко-культурного наследия, имеющие историческую и культурную ценность общемирового значения".

В документе дается прогноз, по которому значение Северного морского пути как транспортного коридора мирового значения, используемого для перевозки национальных и международных грузов, будет возрастать в результате климатических изменений, а вероятность наступления в результате антропогенного воздействия и климатических изменений в Арктической зоне событий, имеющих неблагоприятные экологические последствия, создаст глобальные риски для хозяйственной системы, окружающей среды и безопасности РФ и мира в целом.

Вместе с этим, следует определить основные особенности жизнедеятельности Арктических территорий сегодня:

- экстремальные природно-климатические условия (-69 +40 С; при относительной влажности до 80% и скорости ветра до 30-40 м/с);

- низкая и сверхнизкая плотность населения (2% населения РФ; 0,63 чел/км²; 19 малочисленных народов);

- низкая плотность технологического освоения территорий в т.ч. и транспортных сетей (плотность ж/д Арктики в среднем ниже в 10-12 раз плотности материковой части РФ);

- очаговое освоение территории с ориентированностью на сырьевую добычу без переработки (добывается 80% СПГ, 17% нефти и др.);

- высокие затраты на обеспечение жизнедеятельности (строительство, ЖКХ, транспорт и др.);

- стратегически важная территория в геополитическом и военно-экономическом направлениях;

- высокий потенциал по ресурсно-сырьевой базе в т.ч. и неразведанной (85 трлн. м³ СПГ, 17 млрд. т. нефти);

- ВВП арктической зоны составляет всего 6%;

- интенсивное потепление с темпами 2-3 быстрее чем в целом на планете;

- низкий уровень жизни и развития систем социального обеспечения (школы, д/сады, учреждения здравоохранения и т.п.)

Среди основных опасностей, вызовов и угроз, формирующих риски для развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности, в стратегии называются:

- интенсивное потепление климата в Арктике, происходящее в 2 - 2,5 раза быстрее, чем в целом на планете;

- снижение естественного прироста населения, миграционный отток и, как следствие, сокращение численности населения;

- отставание значений показателей, характеризующих качество жизни в Арктической зоне, от общероссийских или средних по субъектам РФ значений;

- низкий уровень доступности качественных социальных услуг и благоустроенного жилья в населенных пунктах, расположенных в отдаленных местностях;

- высокий уровень профессионального риска; отсутствие системы государственной поддержки завоза в населенные пункты, расположенные в отдаленных местностях,

топлива, продовольствия и других жизненно необходимых товаров;

низкий уровень развития транспортной инфраструктуры. Также фиксируются отставание сроков развития инфраструктуры Северного морского пути, строительства судов ледокольного, аварийно-спасательного и вспомогательного флотов от сроков реализации экономических проектов в Арктической зоне;

отсутствие системы экстренной эвакуации и оказания медицинской помощи членам экипажей морских судов в акватории Северного морского пути;

низкий уровень развития информационно-коммуникационной инфраструктуры; высокая доля локальной генерации электроэнергии на основе использования экономически неэффективного и экологически небезопасного дизельного топлива.

вероятность попадания в Арктическую зону из-за рубежа высокотоксичных и радиоактивных веществ, а также возбудителей особо опасных инфекционных заболеваний;

рост конфликтного потенциала в Арктике, требующий постоянного повышения боевых возможностей группировок войск Вооруженных сил РФ, других войск, воинских формирований и органов в Арктической зоне.

При наличии профессионального программного обеспечения на основе Cad технологий проектирование трассы осуществляются в этих средах с использованием соответствующей топографической подосновы, но при выполнении проектов, направленных на принципиальное сравнение возможности строительства трубопровода могут подойти и более простые, например Google Earth, которая обладает следующими возможностями:

поиск ключевых точек извлечения УВС: месторождение (начальная точка) и конечной – магистральный трубопровод, логистический центр (конечная точка);

прокладка трассы с учётом точных координат, рельефа местности, поперечного профиля трассы;

учёт наличия естественных и искусственных преград (реки, болота, горные образования, населённые пункты, линейные сооружения) и возможность их количественной оценки;

возможность экспорта и импорта данных на один или разные слои топографической подосновы.

Выбор оптимальных трасс трубопроводов

Задача выбора оптимальной трассы магистрального трубопровода в общем виде формулируется следующим образом: на местности рассматривается некоторая область G , включающая точки A и B , которые должны быть соединены трубопроводом (рис. 1). В каждой точке области определено значение критерия оптимальности (например, стоимость строительства трубопровода). В области G существует множество различных путей, соединяющих точки A и B . Каждому пути соответствует определенное значение критерия оптимальности W . Требуется из всех существующих путей выбрать путь с экстремальным значением критерия, т. е. в рассматриваемом случае с наименьшей стоимостью строительства трубопровода).

Рис. 1 – Область оптимальной зоны поиска магистрального трубопровода

Область G , в которой осуществляется поиск оптимальной трассы, называется иногда областью развития линии трубопровода. Она должна быть такой, чтобы в ней обязательно находилась оптимальная трасса, а за ее пределами любая трасса была бы заведомо худшей. Кроме того, размеры области должны быть минимально необходимыми для уменьшения объема исходной информации.

Как показывает опыт проектирования и строительства трубопроводов, фактическая длина магистрального трубопровода, как правило, больше длины геодезической прямой, соединяющей начальную и конечную точки трассы, так как при трассировании линии трубопровода необходимо обходить различные препятствия. Отклонение от прямой будет тем значительней, чем больше встречается препятствий и чем выше стоимость их преодоления. Отклонение характеризуется коэффициентом развития линии трубопровода.

(1)

где L_f — фактическая длина трубопровода; l_0 — длина геодезической прямой между А и В.

По результатам статистической оценки коэффициентов развития построенных трубопроводов было установлено, что для трубопроводов, проложенных в равнинной местности, значения коэффициентов развития не превышают 1,05; для среднeperесеченной болотистой местности они находятся в пределах 1,03-1,24; для сильнопересечённой с большим числом естественных и искусственных препятствий — в пределах 1,16 – 1,4. Коэффициент развития можно также определить из следующего соотношения:

(2)

где W_0 – стоимость строительства трубопровода вдоль геодезической прямой; W_n — стоимость строительства 1 км трубопровода в нормальных условиях. Если задан максимальный коэффициент развития линии трубопровода для рассматриваемого района прохождения трассы, то тем самым вводится жесткое ограничение на положение границы области прокладки:

(3)

Все возможные трассы, удовлетворяющие этому условию, должны быть заключены внутри кривой линии, каждая точка которой удалена от начального и конечного пунктов трубопровода на расстояния, дающие в сумме $k_{pl}l_0$. Такой кривой являемся эллипс с фокусами в точках А и В (см. рис. 1), малая ось которого

(4)

Из определённой таким образом теоретической области поиска необходимо исключить заведомо неоптимальные и запретные зоны (на рис. 1 они заштрихованы). Стоимостные характеристики каждого из участков на данном этапе выбираются приблизительно. Важно как можно точнее учесть не абсолютное значение стоимости, а их пропорциональное различие относительно друг друга.

Пример. На рис. 2 изображен район прохождения будущей трассы магистрального трубопровода, в котором встречаются четыре зоны различного вида препятствий. В нормальных условиях стоимость прокладки трубопровода $W_n = 50$ тыс.руб/км; при пересечении препятствий I вида $W_I = 65$ тыс. руб/км; II вида $W_{II} = 55$ тыс. руб/км; III вида $W_{III} = 60$ тыс. руб./км и $W_{IV} = 70$ тыс. руб./км. Длина геодезической прямой АВ $l_0 = 200$ км, она пересекает зону препятствий I вида на участке длиной II = 20 км; III = 40 км; III = 70 км и IV = 30 км.

Рис. 2 – К примеру поиска оптимальной трассы трубопровода

Стоимость строительства трубопровода на геодезической прямой будет составлять:
 $W_0 = (W_I \cdot II + W_{II} \cdot III + W_{III} \cdot IIII + W_{IV} \cdot IV + W_n(l_0 - II - III - IIII - IV))$ (5)
 $W_0 = (65 \cdot 20 + 55 \cdot 40 + 60 \cdot 70 + 70 \cdot 30 + 50 \cdot (200 - 20 - 40 - 70 - 30)) = 11800$ руб.

Коэффициент развития подсчитываем, по формуле (2):

$k_p = 11800 / (50 \cdot 200) = 1,18$

Ширину области поиска определяем по формуле (4), принимая в качестве максимального

значения коэффициента развития $k_{рмах} = 1,18$.

$$b = 200 \sqrt{(1,18^2 - 1)} = 125,3$$

На рис. 2 построена получившаяся теоретическая область поиска оптимальной трассы трубопровода.

В рамках выбранного полигона следует проложить трассу трубопровода максимально близко к линейной, т.е. чтобы коэффициент развития был минимальным. Однако, не следует забывать, что конечным критерием оценки оптимальности трубопровода служит его стоимость и при прочих равных условиях она может быть меньше в варианте, который имеет большее значение коэффициента развития.

На рисунке !!! представлен базовый трубопровод, соединяющий месторождение (А отметка 0) и магистральный трубопровод (В отметка 56,4).

Рис. 1 – Базовый вариант трассы трубопровода: а) общий вид в регионального масштаба; б) вид на местности

Для выявления участков имеющих значительные перепады высот следует изучить продольный профиль рельефа местности (рис. !!!), который показывает, наличие косогоров, холмы, низменностей и т.п.

Рис. 2 – Продольный профиль рельефа местности (Базовый)

На данном этапе необходимо всю трассу базового трубопровода разбить на укрупнённые участки стоимость строительства на которых будет существенно различаться. Для этого, на топографическую подоснову наносятся точки, разделяющие такие участки на основании визуального анализа и продольного профиля рельефа местности (рис. !!!). Получается, что базовую трассу трубопровода можно разбить на три основных участка: (0-14,7; 14,7 – 26,5; 26,5-27,11; 27,11-35,85; 35,85-35,95; 35,95 – 56,75). Таким образом, протяжённость строительства в нормальных условиях составит 0,71 км. Остальные три участка будут иметь отклонения в виде 0-14,7 и 27,11-35,85 – лесополосы; 14,7 – 26,5 – болота (топи); 35,95 – 56,75 – горная местность с лесополосами. Приведённые данные целесообразно свести в таблицу !!!.

Таблица !!!

№ участка	Диапазон, км.	Протяжённость	Тип поверхности	Тип рельефа
1	0-14,7	14,7	Лесополоса	Равнина
2	14,7 – 26,5	11,8	Болота (топи)	Равнина
3	26,5-27,11	0,61	Степь	Равнина
4	27,11-35,85	8,74	Лесополоса	Равнина
5	35,85-35,95	0,1	Степь	Равнина
6	35,95 – 56,75	20,9	Лесополоса	Холмистая местность
Итого	56,45			

По формуле 5 проведём расчёт коэффициента развития и определим область поиска оптимальной трассы:

$$W_0 = (14,3 * (18 * 1,15)) + (11,8 * (40 * 2,7)) + (8,74 * (18 * 1,15)) + (20,9 * (18 * 1,3)) + 18 * (56,45 - 20,9 - 8,74 - 11,8 - 14,3) = 296 + 1274 + 180,9 + 489 + 17,82 = 2257 \text{ млн. руб.}$$

$$W_0 = (11,8 * (40 * 2,7)) + (20,9 * (18 * 1,3)) + 18 * 1,15 (56,45 - 20,9 - 11,8) = 1274 + 489 + 491 = 2254 \text{ млн. руб.}$$

Коэффициент развития подсчитываем, по формуле (2):

$$k_p = 2254 / (18 * 1,15 * 56,45) = 2254 / 1168 = 1,92$$

Ширину области поиска определяем по формуле (4), принимая в качестве максимального значения коэффициента развития $k_{рмах} = 1,92$.
 $b = 56,45 \sqrt{[1,92]^2 - 1} = 93,16 \text{ км}$

Рис. !!! – Разбивка трубопровода на элементарные участки

Первоначальная трасса трубопровода, при прочих равных условиях, должна отвечать критериям прямолинейности, наименьший коэффициент не прямолинейности будет соответствовать меньшей стоимости и наоборот. Трасса трубопровода должна быть разбита на элементарные участки, имеющие сходные параметры местности (равнина, лесополоса, участки водных преград и т.п.). При наличии возможности обхода сложных участков (водные преграды, возвышенности, овраги и т.п.) следует предусматривать такой обход, но с экономическим обоснованием такого обхода. Например, участок через водную преграду потребует строительства 10 км. трубопровода, а обход такой преграды 13 км., при этом стоимость одного километра трубопровода составляет 100 и 150 тыс. соответственно в нормальных условиях и через водную преграду. Учитывая стоимость строительства, в нормальных условиях она составит $13 \cdot 100 = 1300 \text{ руб.}$, а через водную преграду $10 \cdot 150 = 1500 \text{ руб.}$ Таким образом, в рассматриваемом примере целесообразно совершить обход водной преграды.

Протяжённость конкурирующих участков:

L 0 - L МО1 = 8,220 из них 0 км – река, водные преграды

L МО1 - L 14,7 = 6,101 из них 0 км – река, водные преграды

L МО1 - L МО2 = 11,470 из них 0,07 км – река

L 14,7 - L МО2 = 4,8 из них 3 км – болота топи

L 14,7 – L МО5 = 2,281 из них 0 км – водная преграда

L МО5 – L МО3 = 7,379 из них 1,587 км – болота топи

L МО5 – L МО4 = 18,230 из них 0,1 км – река

L МО2 – L МО3 = 4,933 из них 0 км – водная преграда

L МО3 – L МО4 = 10,230 из них 0 км – водная преграда

L МО4 – L 56,45 = 24,43 из них 0,05 км – река; 0,06 – степь.

Стоимость конкурирующих обходов:

Южный обход: от МО1 до МО4:

$((11,470 - 0,07) \cdot 18 \cdot 1,15) + (0,07 \cdot 3,2 \cdot 40) + (4,933 \cdot 18 \cdot 1,15) + (10,230 \cdot 18 \cdot 1,15) = 237,289 + 8,96 + 102,11 + 211,76 = 560 \text{ млн.}$

Северный обход (От L 14,7 до МО 4 через МО 5):

$(2,281 \cdot 18 \cdot 1,15) + ((18,23 - 0,1) \cdot 18 \cdot 1,15) + (0,1 \cdot 3,2 \cdot 40) = 435 \text{ млн.}$

Западный обход (От L 14,7 до МО 4 через МО 2 и МО 3):

$((4,8 - 3) \cdot 18 \cdot 1,15) + (3 \cdot 2,7 \cdot 40) + (4,933 \cdot 18 \cdot 1,15) + (10,23 \cdot 18 \cdot 1,15) = 675 \text{ млн.}$

Восточный обход (От L 14,7 до МО 4 через МО 5 и МО 3):

$(2,281 \cdot 18 \cdot 1,15) + ((7,379 - 1,587) \cdot 18 \cdot 1,15) + (1,587 \cdot 2,7 \cdot 40) + (10,23 \cdot 18 \cdot 1,15) = 550 \text{ млн}$

Таким образом, Северный обход является наиболее привлекательным с точки зрения конечной стоимости строительства трубопровода. Принимая, конечную трассу с учётом конкурирующих участков следует рассчитать суммарную стоимость трубопровода от (0 до 56,45):

Финальная трасса (От L 0 до L 56,45 рис. !!!):

$(L 0 - L МО1 - L 14,7) + (L 14,7 \text{ до МО 4 через МО 5}) + (L МО4 - L 56,45) =$
 $(8,22 \cdot 18 \cdot 1,15) + (6,101 \cdot 18 \cdot 1,15) + 435 + ((24,43 - 0,05 - 0,06) \cdot 18 \cdot 1,15) + (0,05 \cdot 3,2 \cdot 40) + (0,06 \cdot 18)$
 $= 1\,250\,000 \text{ руб.}$

Выбор вида транспорта для транспортировки нефтепродуктов по критериям экономической целесообразности

Существуют три основных вида транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: водный, железнодорожный, трубопроводный. Природный газ, находящийся в газообразном состоянии, транспортируется только по трубопроводам. Для перевозки природного газа между континентами, разделенными морями, применяется транспортировка сжиженного (с температурой около - 160°C) природного газа в специальных танкерах-метановозах. Каждый вид транспорта имеет особенности.

Водный транспорт позволяет в наливных баржах и танкерах, а также в мелкой таре перевозить нефть, нефтепродукты и сжиженные природные и нефтяные газы в любых количествах. Если речь идет о речном транспорте, то водный путь, как правило, длиннее трассы трубопровода или железнодорожного пути. В некоторых случаях это существенно удорожает транспортировку. Речной транспорт носит сезонный характер. Поэтому в пунктах налива и разгрузки судов надо строить дополнительные емкости для накопления нефтяных грузов на межнавигационный период или заменять водный транспорт железнодорожными перевозками.

Железнодорожным транспортом можно перевозить нефтяные грузы всех видов, в том числе и сжиженные нефтяные газы, в цистернах, бункерах или легкой таре.

Использование железнодорожного транспорта при больших установившихся нефтяных грузооборотах нецелесообразно из экономических соображений. Для перевозки мелких партий нефтепродуктов (в первую очередь масел, битума и других) железная дорога является предпочтительным видом транспорта. Железнодорожный транспорт хотя и не является непрерывным, но обладает меньшей степенью неравномерности работы по сравнению с водным транспортом (перевозки производятся круглый год).

Трубопроводы служат для транспортировки больших количеств нефти, нефтепродуктов и сжиженных нефтяных газов в одном направлении. Трубопроводный транспорт обладает следующими преимуществами по сравнению с другими видами транспорта:

- трасса трубопровода короче трасс других видов транспорта, причем трубопровод может быть проложен между двумя любыми пунктами на суше, находящимися на любом расстоянии друг от друга;

- трубопроводный транспорт в отличие от других видов транспорта- непрерывный, что обеспечивает ритмичную работу поставщиков и бесперебойное снабжение потребителей, благодаря чему отпадает необходимость создания крупных запасов транспортируемого груза на концах трассы;

- потери нефти и нефтепродуктов при трубопроводном транспорте меньше, чем при перевозках другими видами транспорта;

- трубопроводный транспорт наиболее механизированный и легче других поддается автоматизации.

К недостаткам трубопроводного транспорта относится большой расход металла и «жесткость» трассы перевозок, т. е. невозможность изменить направление перевозок после постройки трубопровода.

Кроме основных видов транспорта большую роль играет автомобильный транспорт. Нефтепродукты перевозят в автоцистернах или мелкой таре. Автотранспорт в основном используется для перевозки нефтепродуктов от крупных нефтебаз к мелким и далее к потребителям (довозочный), а также для перевозки сжиженных нефтяных газов от пунктов выработки и газонаполнительных станций к потребителям (в автоцистернах и баллонах, доставляемых на бортовых автомашинах). За рубежом сжиженный природный газ перевозят специальными криогенными автоцистернами от заводов сжижения или морских перевалочных баз сжиженного природного газа к так называемым спутниковым базам, где сжиженный газ регазифицируют и по газораспределительным сетям подают

потребителям.

Выбор наиболее выгодного способа транспортировки нефти и нефтепродуктов.

С возникновением или расширением промыслов, нефтеперерабатывающих заводов или районов потребления появляется необходимость в новых грузопотоках. Перед проектировщиком встает задача выбора наилучшего способа осуществления нового грузопотока, т. е. выбора оптимального способа транспортировки. Существует много показателей, по которым можно сравнивать разные способы транспортировки: экономические (капиталовложения и эксплуатационные затраты), металлозатраты, ритмичность и др. Выбор того или иного вида транспорта осуществляется технико-экономическим сравнением вариантов. Важнейшими экономическими показателями являются капитальные затраты K и эксплуатационные расходы Δ . К капитальным затратам относятся: стоимость оборудования, материалов, работ по сооружению объекта. В состав эксплуатационных расходов входят: отчисления на амортизацию и текущий ремонт, заработная плата, плата за электроэнергию, топливо, воду и т. д. Капитальные затраты считаются единовременными. Эксплуатационные расходы - текущие, распределенные во времени. Если при сравнении двух вариантов окажется, что у одного из них и капитальные, и эксплуатационные расходы меньше, чем у другого, т. е. если $K_1 < K_2$ и $\Delta_1 < \Delta_2$, то выгодность первого варианта бесспорна. Обсуждению, очевидно, подлежит случай, когда $K_1 \Delta_1 > \Delta_2$. Если в этом случае принять к исполнению второй вариант, то по сравнению с первым получим экономию в эксплуатационных расходах, равную $\Delta_1 - \Delta_2$. Но при этом будет перерасход капитальных затрат, равный $K_2 - K_1$. Отношение $(K_2 - K_1) / (\Delta_1 - \Delta_2) = t$ представляет собой срок окупаемости излишне вложенных капитальных затрат $K_2 - K_1$ за счет экономии эксплуатационных расходов $\Delta_1 - \Delta_2$.

Величина, обратная сроку окупаемости,

$$E = (\Delta_1 - \Delta_2) / (K_2 - K_1) \quad (1.1)$$

называется коэффициентом эффективности (рентабельность, %). Это – экономия эксплуатационных расходов, приходящихся на рубль излишне вложенных капитальных затрат.

Второй вариант будет выгоднее первого в том случае, когда коэффициент эффективности оказывается достаточно большим (или срок окупаемости – достаточно малым). Вопрос о том, что значит «достаточно большой» или «достаточно малый», решается сопоставлением E или t с контрольным (предельным) значением, называемым нормированным коэффициентом эффективности E_n (или нормативного срока окупаемости T_n), который устанавливается планирующими органами. Условие предпочтительности варианта с меньшими эксплуатационными расходами (второго варианта) может быть записано в виде

$$(\Delta_1 - \Delta_2) / (K_2 - K_1) \geq E_n \text{ или } (K_2 - K_1) / (\Delta_1 - \Delta_2) \leq T_n$$

$$(\Delta_1 - \Delta_2) / 1 \geq E_n \quad [(K_2 - K_1) / 1] \leq T_n$$

$$(\Delta_1 - \Delta_2) / 1 \geq E_n \quad [(K_2 - K_1) / 1] \leq T_n$$

$$(\Delta_1 - \Delta_2) [(+E)_n \cdot K_1] / 1 \geq E_n \quad [(K_2 - K_1) / 1] \leq T_n$$

$$\Delta_1 [(+E)_n \cdot K_1] \geq E_n \quad [(K_2 - K_1) / 1] \leq T_n$$

Тогда $\Delta_2 + E_n K_2 \leq \Delta_1 + E_n K_1$. Смысл последнего выражения следующий: выгоднее тот вариант, у которого $\Delta + E_n K$ меньше. Величина $\Delta + E_n K = \Pi$ называется приведенными затратами.

Если обсуждению подлежит не два, а несколько или даже целый ряд вариантов, то, пронумеровав их по возрастанию капитальных затрат, получим:

$$K_1, \dots,$$

$$\Delta_1 > \Delta_2 > \Delta_3 > \dots > \Delta_n \quad (1.2)$$

Варианты, не подчиняющиеся этому порядку, должны быть отброшены, как явно невыгодные. Представим варианты, указанные в (1.2), в виде точек в поле EK и вычертим по ним кривую $\Delta = F(K)$, показывающую, как уменьшаются эксплуатационные расходы с

ростом капитальных затрат (рис. !!!). Если через точки на этой кривой провести прямые, тангенс угла наклона которых равен нормативному коэффициенту эффективности, взятому с обратным знаком, т. е. прямые $\Delta = E_n K + \Pi$, то отрезки Π , отсекаемые ими на оси ординат, будут выражать приведенные затраты $\Pi = E_n K + \Delta$. Из рис. !!! видно, что с увеличением K , приведенные затраты сначала уменьшаются а затем после достижения значения Π^* когда прямая, пересекающая кривую $\Delta = F(K)$, становится касательной (в точке А), начинают возрастать. Если построить кривую $\Pi = f(K)$, то в точке А она будет иметь минимум. Этот вариант оказывается на выгоднейшим. Вторая точка пересечения линий $\Pi = f(K)$ и $\Delta = F(K)$ определяет равноценный вариант, т. е. имеющий такие же приведенные затраты (на рис. !!! варианты 3 и 4 равноценные).

Рис. !!! – Кривые эксплуатационных и капитальных затрат

При отыскании оптимального варианта при помощи коэффициентов эффективности (или сроков окупаемости) сравнение вариантов следует вести последовательно: второй вариант с первым, третий со вторым и т. д. Характер кривой $\Delta = F(K)$ таков, что при переходе к каждой следующей паре вариантов коэффициент E уменьшается. При этом, пока E , каждый следующий вариант выгоднее предыдущего. После точки, для которой $E = E_n$, следует область, где E увеличение капитальных затрат не оправдывается уменьшением эксплуатационных расходов. Следовательно, вариант, для которого коэффициент эффективности (или срок окупаемости) равен нормативному или, по крайней мере, наиболее близок к нему, является оптимальным. Из изложенного следует:

способы определения наивыгоднейшего варианта по приведенным затратам и при помощи коэффициентов эффективности или сроков окупаемости приводят к одному и тому же результату;

срок окупаемости или коэффициент эффективности не может служить экономической характеристикой, определяющей степень выгодности рассматриваемого варианта;

можно лишь сказать, что если $E > E_n$, то рассматриваемый вариант предпочтителен по сравнению с имеющим меньшие капитальные затраты;

выгодность же определяется разностью приведенных затрат сопоставляемых вариантов.

Следует отметить, что при выборе оптимального варианта транспортировки нефтяных грузов расчет капитальных и эксплуатационных затрат ведется по укрупненным показателям, что, естественно, предполагает ограниченную точность результатов. Если получающиеся при расчетах значения приведенных затрат по двум вариантам близки, то, пользуясь известными методами математической статистики, следует определить доверительные интервалы, а в случае их частичного наложения друг на друга использовать дополнительные критерии оптимальности для выбора варианта (металлоемкость, надежность, регулярность и т.п.).

Экономика различных видов транспорта нефтяных грузов.

При различных видах транспортировки нефтяных грузов капитальные и эксплуатационные затраты, используемые для выбора оптимального способа транспортировки, определяются по укрупненным показателям. Капитальные затраты при различных видах транспорта определяются следующим образом:

При трубопроводном транспорте:

$$K_{тр} = C_d L + C_{г.н.с} + C_{п.н.с.p} L/l + (n - L/l - 1) C_{п.н.с} \quad (1.3)$$

где $K_{тр}$ – капитальные затраты при трубопроводном транспорте млн. руб.; C_d – стоимость единицы длины трубопровода млн. руб.; L – длина трубопровода, км.; l – длина эксплуатационного участка ($l = 400-800$ км.); n – число насосных станций; $C_{г.н.с}$, $C_{п.н.с}$ и

Сп.н.с.р – стоимости соответственно головной насосной станции, промежуточной насосной станции, размещающейся на границе двух эксплуатационных участков, без резервуарного парка и с резервуарным парком.

Предварительно по заданной годовой пропускной способности из таблицы зависимостей значений диаметра трубопровода от его пропускной способности определяют рекомендуемый диаметр, а затем, зная капитальные затраты на линейную часть для данного диаметра трубопровода и капитальные затраты на насосные станции, определяют приведенные затраты. Число перекачивающих станций определяют технологическим расчетом трубопровода.

$$Пт = ЕнК + Э ?$$

Железнодорожный транспорт. Поскольку вариант строительства новой железной дороги для транспортировки нефтяных грузов по экономическим показателям явно уступает варианту сооружения магистрального трубопровода, здесь можно рассматривать только использование уже существующей железной дороги между конечными пунктами транспорта. При этом учитываются только капитальные затраты на расширение парка локомотивов и вагонов-цистерн, вызванные новым грузопотоком. Обычно и этого бывает достаточно, чтобы выявить преимущество трубопроводного варианта. Однако, если в результате таких расчетов получится, что выгоднее железнодорожный транспорт, следует произвести уточненный расчет с учетом затрат на сооружение сливноналивных эстакад, расширение станционных путей, а также таких факторов, как убытки от сокращения перевозок других грузов и т. д. Следовательно,

$$Кжд = Сцц + Сzz, \quad (1.4)$$

где Кжд капитальные затраты при железнодорожном транспорте; Сц и Сz стоимость соответственно одной цистерны и одного локомотива; ц и z - необходимое число соответственно цистерн и локомотивов, здесь:

$$ц = G/(qrpц),$$

G - количество продукта, подлежащего транспорту в течение года; q - вместимость одной цистерны; p - плотность продукта; пц - оборачиваемость (число оборотов за год)

цистерны, здесь:

$$пц = 365/\tau,$$

τ - полное время оборота одной цистерны, здесь

$$\tau = (2\tau_{дв} + \tau_{п-в}) Xж.д,$$

$\tau_{дв}$ - время движения цистерны в одну сторону, включая простои на станциях, разъездах и пунктах сортировки, здесь

$$\tau_{дв} = Lж.д/lж.д;$$

Lж.д - расстояние перевозки по железной дороге; lж.д - среднесуточный пробег цистерны (lж.д - 200-250 км/сут). Длительность погрузки и выгрузки; Xж.д - коэффициент неравномерности работы железнодорожного транспорта и учета других непредвиденных обстоятельств ($Nж.д > 1$);

$$z = ц/цм,$$

цм – число цистерн в маршруте.

Водный транспорт. В расчете капитальных затрат (рассматривается только речной транспорт) не учитываются расходы на расширение и строительство новых портов и причалов, устройств слива и налива продуктов, работы по углублению дна речных трасс

$$Кв = Кбарж + Кб + Кр \quad (1.5)$$

где Кв - капитальные затраты при водном транспорте; Кбарж, Кб и Кр - капиталовложения в сооружение соответственно барж, буксиров и береговых резервуаров;

$$Кбарж = Сбарж Г;$$

Сбарж - затраты на единицу грузоподъемности баржи (танкера); Г - общая грузоподъемность всех барж, необходимая для осуществления заданного грузопотока, откуда число полных рейсов (оборотов) в год одной баржи:

$$Г = G/пбарж,$$

$$пбарж = тн/τ;$$

тн - продолжительность навигационного периода; τ - полное время оборота одной баржи:

$$τ = [Lв(1/l1 + 1/l2) + тп-в] Xв;$$

Lв- расстояние перевозки по воде; l1 и l2 - скорость движения (суточный ход) каравана барж (танкеров) соответственно вверх и вниз по течению; тп-в -длительность погрузки и выгрузки судов; Xв – коэффициент неравномерности работы водного транспорта, учитывающий задержки в подаче порожних барж под погрузку, в приходе буксиров за налитыми и порожними баржами, задержки на перекатах, при шлюзовании и т. д. Для самоходных судов средняя скорость движения может быть принята равной 350 км/сут. Если баржи несамоходны и, следовательно, нуждаются в буксировке, то стоимость буксиров вычисляют по формуле:

$$Кб = СбN6,$$

где Сб стоимость буксира, приходящаяся на единицу его мощности; N6 - мощность всех буксиров:

$$N6 = РбаржГ;$$

Рбарж - мощность, необходимая для буксировки единицы массы груза (Рбарж = 0,06 - 0,12 кВт/т.

Капитальные затраты на береговые резервуарные парки:

$$Кр = СрV0,$$

где Ср - стоимость единицы объема резервуаров; Vо - объем резервуарных парков.

Теоретический объем резервуарных парков на обоих концах трассы перевозки определяется по формуле:

$$V = 2G/p \quad (365 - \tau_n)/365\varphi$$

где φ - коэффициент заполнения емкости (φ = 0,95 - 0,97).

По государственным стандартам уточняют V0, - практический объем резервуаров (V0 > V).

Эксплуатационные расходы при различных видах транспорта определяют по формуле $Эi = CiGLi$,

где Ci - стоимость перевозок, приходящаяся на 1 т - км транспортной работы.

Следует иметь в виду, что расстояние перевозки L i между одними и теми же пунктами при различных видах транспорта неодинаково:

кратчайшим обычно является трасса трубопровода и наиболее длинным - речной путь.

При выборе наиболее выгодного способа транспорта следует учитывать и варианты

комбинированных перевозок: часть по железной дороге и часть по трубопроводу и т. д.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рекомендуется следующие виды самостоятельной работы:

Подготовка к защите отчетов по лабораторным и практическим работам;

Подготовка к зачету;

1.1. Оформление отчета и подготовка к защите практических работ.

Практические работы выполняются в аудитории в соответствии с расписанием занятий.

Каждому студенту преподавателем выдается индивидуальное задание, которое необходимо сдать вместе с отчетом по практической работе.

Отчеты по практическим работам должны быть оформлены на стандартных листах формата А4 в соответствии с требованиями действующих стандартов СТО-005-2020 и методическими указаниями. Отчет по каждой практической работе должен быть подготовлен не позднее дня следующей практической работы.

Подготовка к защите практических работ включает в себя повторение и усвоение методики выполнения практической работы, оценки ее результатов. Особое внимание необходимо уделить поиску ответов на контрольные вопросы.

Защита отчетов по практическим работам проходит, как правило, в конце следующего занятия в виде собеседования по ее результатам и ответов на контрольные вопросы.

Отчет по практической работе считается защищенным, если студент правильно выполнил и оформил ее, а также правильно ответил на вопросы.

1.2. Подготовка к зачету

Подготовка к зачету заключается в повторении и усвоении разделов теоретического курса, соответствующих тематике практических работ. Оценка качества усвоения соответствующих материалов теоретического курса производится преподавателем после собеседования со студентом. Зачет проставляется в конце семестра студенту, выполнившему и защитившему все практические работы и ответившему на контрольные вопросы на собеседовании. Зачетное собеседование проводится преподавателем на одном из последних занятий в конце семестра или на специальных консультациях.

Контрольные вопросы:

1. Основные места расположение месторождений в плане страны.
2. Основные трассы существующих магистральных трубопроводов.
3. Основная сопутствующая транспортная и энергетическая инфраструктуры прилегающей территории к месторождению.
4. Объёмы добычи углеводородного сырья (УВС) по месторождениям.
5. Природно-климатические условия и ландшафт местности.
6. Классификация магистральных трубопроводов.
7. Схемы укладки трубопровода.
8. Особенности надземной схема укладки трубопровода.
9. Особенности подземной схема укладки трубопровода.
10. Оценка диаметра трубопровода в зависимости от объёмов углеводородного сырья.
11. Область оптимальной зоны поиска магистрального трубопровода.
12. Коэффициент развития линии трубопровода.
13. Принципы оценки ширины области поиска оптимальной трассы трубопровода.
14. Продольный профиль рельефа местности на основе технологий ГИС.
15. Основной инструмент, используемый при трассировании технологиями ГИС.
16. Критерии оптимальности трассы трубопровода и методика их расчёта.
17. Пропускная способность нефтепровода.
18. Гидравлический режим течения жидкости.
19. Гидравлический уклон.
20. Полные потери напора в трубопроводе.
21. Оценка потребного числа насосных станций.
22. оценка толщины стенки трубопровода.
23. Оценка веса единицы трубопровода.
24. Оценка времени одного оборотного рейса.
25. Расчёт максимального числа труб, перевозимых за один рейс.
26. Построение маршрута транспортировки труб на основе технологий ГИС.

27. Расчёт потребного числа трубопроводов.

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 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания учащихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения учащимися учебного материала. Основу устного контроля составляет монологическое высказывание учащегося или вопросно-ответная форма – беседа, в которой учитель ставит вопросы и ожидает ответа учащегося. Это может быть и рассказ ученика по определенной теме, а также его объяснение или сообщение. Устный опрос учащихся позволяет контролировать процесс формирования знаний и умений, вместе с тем во время опроса осуществляется повторение и закрепление знаний и умений, совершенствуются диалогическая и монологическая формы речи.

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания учащихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения учащимися учебного материала. Основу устного контроля составляет монологическое высказывание учащегося или вопросно-ответная форма – беседа, в которой учитель ставит вопросы и ожидает ответа учащегося. Это может быть и рассказ ученика по определенной теме, а также его объяснение или сообщение. Устный опрос учащихся позволяет контролировать процесс формирования знаний и умений, вместе с тем во время опроса осуществляется повторение и закрепление знаний и умений, совершенствуются диалогическая и монологическая формы речи.

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы,

правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

6.1.3 учебный год 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания учащихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения учащимися учебного материала. Основу устного контроля составляет монологическое высказывание учащегося или вопросно-ответная форма – беседа, в которой учитель ставит вопросы и ожидает ответа учащегося. Это может быть и рассказ ученика по определенной теме, а также его объяснение или сообщение. Устный опрос учащихся позволяет контролировать процесс формирования знаний и умений, вместе с тем во время опроса осуществляется повторение и закрепление знаний и умений, совершенствуются диалогическая и монологическая формы речи.

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

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
УК-1.4	Способен формулировать поисковый запрос и интерпретировать получаемую информацию из поисковых систем	Устный опрос
УК-1.5	Способен на основе полученных данных выполнить системный анализ разрозненной информации и сформулировать, и обосновать необходимость дополнительного поиска информации.	Устный опрос
УК-3.2	Реализует проект с учётом осознания своей роли.	Устный опрос
УК-3.3	Способен использовать основные нормы и способы социального взаимодействия.	Устный опрос

УК-3.4	Участвует в разработке командной стратегии в позиции инициатора.	Устный опрос
УК-1.6	Способен выполнять поиск и синтез информации, а также выполнить системный анализ.	Устный опрос
УК-2.2	Может представить результаты проекта в ходе публичной защиты	Устный опрос
УК-2.3	Реализует проект с учетом основных этапов жизненного цикла проекта. Может представить результаты проекта. Самостоятельно оценивает результаты проекта.	Устный опрос
УК-2.4	Может представить результаты проекта. Самостоятельно оценивает результаты проекта. Принимает участие в организации сбора опыта по итогам реализации проекта.	Устный опрос
УК-6.1	Ставит личные цели и обоснованно определяет их приоритетность.	Устный опрос
УК-6.2	Ставит личные цели и обоснованно определяет их приоритетность.	Устный опрос
УК-6.3	Планирует и организует как свою деятельность, так и деятельность команды.	Устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

С целью объективной оценки степени сформированности компетенций обучающегося, тематика экзаменационных вопросов является комплексной, соответствует избранным разделам, формирующим компетенции. Диф. зачёт проводится в смешанной форме. Экзаменационные билеты содержат три вопроса, каждый из которых оценивается по 5-ти балльной системе. 1-ый вопрос оценивается с позиции «иметь представление», 2-ой вопрос – «знать или уметь». 3-ий вопрос «адаптационный» оценивается в компетентностном формате. Перед экзаменом предполагаются консультации. Перечень теоретических и практических вопросов, включенных в билеты выкладываются обучающимся, не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. Решение о соответствии компетенций студента принимается на основании балльной оценки каждого вопроса.

Пример задания:

1. Основные места расположение месторождений в плане страны.
2. Основные трассы существующих магистральных трубопроводов.
3. Основная сопутствующая транспортная и энергетическая инфраструктуры прилегающей территории к месторождению.
4. Объёмы добычи углеводородного сырья (УВС) по месторождениям.
5. Природно-климатические условия и ландшафт местности.

6. Классификация магистральных трубопроводов.
7. Схемы укладки трубопровода.
8. Особенности надземной схема укладки трубопровода.
9. Особенности подземной схема укладки трубопровода.
10. Оценка диаметра трубопровода в зависимости от объёмов углеводородного сырья.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

С целью объективной оценки степени сформированности компетенций обучающегося, тематика экзаменационных вопросов является комплексной, соответствует избранным разделам, формирующим компетенции. Диф. зачёт проводится в смешанной форме. Экзаменационные билеты содержат три вопроса, каждый из которых оценивается по 5-ти балльной системе. 1-ый вопрос оценивается с позиции «иметь представление», 2-ой вопрос – «знать или уметь». 3-ий вопрос «адаптационный» оценивается в компетентностном формате. Перед экзаменом предполагаются консультации. Перечень теоретических и практических вопросов, включенных в билеты выкладываются обучающимся, не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. Решение о соответствии компетенций студента принимается на основании балльной оценки каждого вопроса.

Пример задания:

1. Основные места расположение месторождений в плане страны.
2. Основные трассы существующих магистральных трубопроводов.
3. Основная сопутствующая транспортная и энергетическая инфраструктуры прилегающей территории к месторождению.
4. Объёмы добычи углеводородного сырья (УВС) по месторождениям.
5. Природно-климатические условия и ландшафт местности.
6. Классификация магистральных трубопроводов.
7. Схемы укладки трубопровода.
8. Особенности надземной схема укладки трубопровода.
9. Особенности подземной схема укладки трубопровода.
10. Оценка диаметра трубопровода в зависимости от объёмов углеводородного сырья.

-

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	приемами их выполнения.	практических работ.	
---	-------------------------	---------------------	--

6.2.2.3 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

С целью объективной оценки степени сформированности компетенций обучающегося, тематика экзаменационных вопросов является комплексной, соответствует избранным разделам, формирующим компетенции. Диф. зачёт проводится в смешанной форме. Экзаменационные билеты содержат три вопроса, каждый из которых оценивается по 5-ти балльной системе. 1-ый вопрос оценивается с позиции «иметь представление», 2-ой вопрос – «знать или уметь». 3-ий вопрос «адаптационный» оценивается в компетентностном формате. Перед экзаменом предполагаются консультации. Перечень теоретических и практических вопросов, включенных в билеты выкладываются обучающимся, не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. Решение о соответствии компетенций студента принимается на основании балльной оценки каждого вопроса.

Пример задания:

1. Основные места расположение месторождений в плане страны.
2. Основные трассы существующих магистральных трубопроводов.
3. Основная сопутствующая транспортная и энергетическая инфраструктуры прилегающей территории к месторождению.
4. Объёмы добычи углеводородного сырья (УВС) по месторождениям.
5. Природно-климатические условия и ландшафт местности.
6. Классификация магистральных трубопроводов.
7. Схемы укладки трубопровода.
8. Особенности надземной схема укладки трубопровода.
9. Особенности подземной схема укладки трубопровода.
10. Оценка диаметра трубопровода в зависимости от объёмов углеводородного сырья.

-

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

7 Основная учебная литература

1. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учебник для вузов по специальности "Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз" / Р. А. Алилаев [и др.], 1988. - 367.
2. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учебник для вузов / Р. А. Алиев, В. Д. Белоусов, А. Г. Немудров и др, 1988. - 368.
3. Николаев А. К. Трубопроводный транспорт углеводородов : учебное пособие / А. К. Николаев, В. В. Пшенин, Н. А. Зарипова, 2021. - 76.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Смолдырев Анатолий Евтихиевич. Трубопроводный транспорт. (Элементы теории и основы расчета) / Анатолий Евтихиевич Смолдырев, 1970. - 272.
2. Трубопроводный транспорт газа / С. А. Бобровский, 1976. - 495.
3. Комаров А. А. Трубопроводы и соединения для гидросистем / А. А. Комаров, В. М. Сапожников, 1967. - 232.
4. Коршак А. А. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа : учеб. пособие для системы доп. проф. образования по направлению "Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа" / А. А. Коршак, А. М. Нечваль, 2005. - 515.
5. Коваленко В. Г. Сборно-разборные трубопроводы / В. Г. Коваленко, В. В. Бойко, Б. В. Курятов, 1972. - 200.
6. Технологические трубопроводы в промышленном строительстве / Е. Я. Николаевский, Р. И. Тавастшерна, А. Л. Зильберберг, А. Г. Рузанов, 1979. - 800.
7. Левин С. И. Подводные трубопроводы / С. И. Левин, 1970. - 280.

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. Гидросистема_2.80

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор LG PB62G DLP 3D LED. 1280*800 с экраном
2. Компьютер Core 2 Duo
E8500/4Gb/320Gb/VGA512Gb/DVD-RW/CR/Sound/Net/19/ИБП/КЛ/мышь
3. Компьютер"Intel Core i3/DDR4Gb/HDD1Tb/GF1Gb/LCD22"/ИБП"
4. Компьютер MB Asustek
P5KPL/Core2DuoE7500/HDD250Gb/2048Mb/SVGA/3.5/ATX450/DVDRW/монитор
19/Sound Net
5. Компьютер Intel i3/Asus P8H61/4Gb/50Gb/GF512
Mb/DVDRW/ATX450W/LCD22/ИБП800VA/кл/мышь

6. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"

7. Компьютер Intel i3/Asus P8H61/4Gb/50Gb/GF512
Mb/DVDRW/ATX450W/LCD22/ИБП800VA/кл/мышь