

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:
Зав. кафедрой НГОТ  С.Г.Валухов
«23» сентября 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Математическое моделирование процессов хранения нефти и газа»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
код и наименование направления

Специализация: Машины и оборудование для транспортировки, переработки и хранения углеводородов

наименование направленности/профиля
Квалификация выпускника: горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы 5 лет и 6 м.

Год начала подготовки: 2026

Разработчик



Е.М. Оболонская

Воронеж – 2025

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов хранения нефти и газа» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-13 - Способен организовывать и координировать работу по развитию рационализаторских предложений и изобретательской деятельности

Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	УК-1	Знать: – основы системного подхода к постановке вычислительного эксперимента; – методы верификации и валидации математических моделей; – критерии оценки достоверности результатов CFD-моделирования.	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		Уметь: – проводить критический анализ результатов моделирования для выявления проблемных зон резервуарных парков; – оценивать адекватность математической модели (выбор моделей турбулентности, граничных условий) решаемой технологической задачи; – разрабатывать стратегию действий по оптимизации режимов работы или конструкции на основе анализа данных CFD.	Стандартные задания	Наличие умений
		Владеть: – навыками системного анализа при моделировании процессов хранения; – методами верификации расчетов	Прикладные задания	Наличие навыков
2	ПК-13	Знать: – основы патентного права и интеллектуальной собственности в области хранения углеводородов; – принципы оптимизации систем хранения с использованием CFD-моделирования.	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		Уметь: – работать со специальными программными продуктами; – проводить патентный поиск в области хранения углеводородов	Стандартные задания	Наличие умений
		Владеть: навыками работы по развитию рационализаторства в области эксплуатации объектов хранения нефти и газа	Прикладные задания	Наличие навыков

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки ¹	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочетов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

¹ Критерии могут быть уточнены в соответствии со спецификой дисциплины

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
1	Системный подход к постановке вычислительного эксперимента включает: а) только построение геометрической модели б) цель → модель → результат → решение в) только анализ результатов г) выбор цвета интерфейса ANSYS
2	Модель турбулентности k-omega SST рекомендуется использовать для: а) расчета ламинарных течений б) моделирования отрывных течений и пристеночных областей в) только для несжимаемых жидкостей г) исключительно для газовых потоков
3	Метод конечных объемов основан на: а) интегрировании уравнений по контрольным объемам б) аппроксимации производных разностями в) спектральном разложении функций г) вариационном принципе
4	Валидация математической модели - это: а) проверка соответствия экспериментальным данным б) проверка правильности численного решения в) выбор размера сетки г) настройка граничных условий
5	Верификация математической модели - это процесс: а) проверки соответствия модели экспериментальным данным б) оценки правильности численного решения уравнений модели в) определения оптимальных параметров сетки г) выбора цветовой схемы визуализации
6	Основная цель верификации в CFD -моделировании: а) убедиться в отсутствии ошибок программирования и корректности дискретизации б) подобрать красивые цвета для графиков в) определить стоимость расчетов г) выбрать материал трубопровода
7	Для предотвращения замерзания нефтепродуктов в резервуаре необходимо: а) Рассчитать оптимальную толщину теплоизоляции и мощность подогрева б) Увеличить скорость циркуляции в) Уменьшить объем резервуара г) Убрать теплоизоляцию

8	<p>При моделировании нестационарных процессов важно учитывать:</p> <p>а) только начальные условия б) только граничные условия в) начальные и граничные условия г) только свойства материала</p>
9	<p>Основной критерий оптимизации систем хранения:</p> <p>а) минимальная стоимость конструкции б) Снижение эксплуатационных потерь в) максимальная сложность модели г) минимальное время расчета</p>
10	<p>Параметрическая оптимизация в ANSYS позволяет:</p> <p>а) автоматически варьировать геометрические параметры б) изменять только цвет интерфейса в) выбирать язык программирования г) настраивать только граничные условия</p>
<p>ПК-13 - Способен организовывать и координировать работу по развитию рационализаторских предложений и изобретательской деятельности</p>	
1	<p>Рационализаторское предложение должно содержать:</p> <p>а) только описание конструкции б) техническое решение и доказательство его эффективности в) только экономические расчеты г) исключительно патентную формулу</p>
2	<p>Патентный поиск проводится для:</p> <p>а) определения новизны технического решения б) выбора поставщиков оборудования в) расчета себестоимости продукции г) определения цвета оформления .</p>
3	<p>Основной целью проведения анализа чувствительности математической модели при подготовке рационализаторского предложения является:</p> <p>а) Ускорение вычислений. б) Определение степени влияния исходных данных на конечный результат и оценка рисков. в) Упрощение модели. г) Проверка устойчивости численного метода.</p>
4	<p>Рационализаторское предложение по выбору оптимальной толщины теплоизоляции трубопровода основано на решении задачи параметрической оптимизации. Кем должна быть сформулирована целевая функция?</p> <p>а) Только математиками. б) Только экономистами, исходя из стоимости материалов. в) Совместно технологами (учитывая тепловые потери) и экономистами (учитывая стоимость изоляции и энергоресурсов). г) Руководителем проекта, исходя из личного опыта.</p>

5	<p>При подготовке рацпредложения по снижению энергозатрат необходимо выбрать метод аппроксимации для прогнозирования потребления электроэнергии. Критерием выбора метода является:</p> <p>а) Минимальное количество исходных данных. б) Минимальная вычислительная сложность алгоритма. в) Наилучшее соответствие экспериментальным данным (например, минимум суммы квадратов отклонений). г) Наиболее красивое графическое представление результата.</p>
6	<p>Экономический эффект рацпредложения рассчитывается как:</p> <p>а) Суммарная экономия за год минус затраты на внедрение б) Только стоимость материалов в) Время разработки модели г) Количество итераций расчета.</p>
7	<p>Какой из перечисленных критериев является определяющим для положительной оценки рационализаторского предложения комиссией?</p> <p>а) Сложность использованного математического аппарата. б) Новизна и положительный эффект (экономический, технологический, экологический). в) Красота графического оформления документации. г) Личные связи автора с членами комиссии.</p>
8	<p>При оформлении заявки на рационализаторское предложение обязательным разделом является:</p> <p>а) Биография автора. б) Описание сущности предложения, его технико-экономическое обоснование и расчет эффекта. в) Мнение вышестоящего руководства. г) Перечень всего оборудования на объекте.</p>
9	<p>На первом этапе организации работы над рационализаторским предложением по оптимизации режима работы трубопровода необходимо:</p> <p>а) Немедленно провести дорогостоящие испытания на реальном объекте. б) Выдать готовое решение подчиненным для реализации. в) Провести патентный поиск и системный анализ объекта для выявления узких мест и существующих решений. г) Составить финансовый отчет о предполагаемой экономии.</p>
10	<p>Приоритетным источником для выявления направлений рационализаторской деятельности на объекте транспорта нефти является:</p> <p>а) Изучение годовых отчетов компании. б) Системный анализ технологического процесса, выявление узких мест и проблем, ведущих к сверхнормативным затратам или рискам. в) Опрос мнения линейного персонала. г) Копирование решений, применяемых на других предприятиях.</p>

Практические задания для оценки результатов обучения,

характеризующих сформированность компетенций

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
1	<p>Для моделирования течения в при наполнении/опорожнении резервуаров с высокой точностью предсказания пристеночных эффектов рекомендуется использовать:</p> <p>а) Модель k-epsilon б) Модель k-omega SST в) Модель ламинарного течения г) Модель идеальной жидкости</p>
2	<p>Для верификации модели тепловых потерь резервуара необходимо провести расчет:</p> <p>а) На трех последовательно сгущающихся сетках б) Только на одной сетке в) Без учета граничных условий г) Исключительно на тетраэдральных элементах</p>
3	<p>Основной целью оптимизации системы подогрева нефтепродуктов является:</p> <p>а) Снижение тепловых потерь и энергозатрат б) Увеличение сложности геометрии в) Увеличение времени расчета г) Упрощение модели турбулентности</p>
4	<p>Для моделирования процесса наполнения резервуара с известным расходом следует задать:</p> <p>а) Velocity Inlet б) Pressure Outlet в) Symmetry г) Wall</p>
5	<p>Параметр Temperature в расчетах характеризует:</p> <p>а) Давление б) Температуру нефтепродукта в) Скорость испарения г) Вязкость жидкости</p>
6	<p>Для моделирования теплообмена между нефтью и окружающей средой необходимо:</p> <p>а) Активировать энергетическое уравнение б) Использовать только уравнение неразрывности в) Отключить граничные условия г) Использовать модель идеального газа</p>
7	<p>Метод конечных объемов в ANSYS Fluent основан на:</p> <p>а) Интегрировании уравнений по контрольным объемам б) Аппроксимации производных разностями в) Минимизации функционала энергии г) Сплайновой интерполяции</p>
8	<p>Критерием сходимости нестационарного расчета может служить:</p>

	<p>а) Стабилизация невязок и мониторинговых точек б) Изменение цвета графиков в) Увеличение времени расчета г) Уменьшение размера сетки</p>
9	<p>При моделировании резервуара обнаружено значительное температурное расслоение нефти. Ваши действия: а) Оптимизировать систему перемешивания или установить нагревательные элементы б) Увеличить толщину стенки резервуара в) Изменить цвет резервуара на светлый г) Игнорировать результат</p>
10	<p>После модернизации системы пароулавливания фактическая эффективность отличается от расчетной на 20%. Ваши действия: а) Провести верификацию модели на основе экспериментальных данных б) Увеличить расчетные показатели в отчете в) Изменить свойства углеводородов в модели г) Прекратить дальнейший анализ</p>
11	<p>При транспортировке высоковязкой нефти в резервуаре необходимо поддерживать температуру. Наиболее эффективное решение: а) Оптимизировать систему подогрева с равномерным распределением температуры б) Увеличить скорость наполнения резервуара в) Уменьшить диаметр подводящих трубопроводов г) Увеличить шероховатость внутренней поверхности</p>
<p>ПК-13 - Способен организовывать и координировать работу по развитию рационализаторских предложений и изобретательской деятельности</p>	
1	<p>Патентный поиск при разработке рационализаторского предложения позволяет: а) Установить новизну технического решения б) Определить стоимость оборудования в) Рассчитать гидравлические потери</p>
2	<p>При проектировании нового резервуарного парка необходимо: а) Оптимизировать взаимное расположение резервуаров для минимизации теплового влияния б) Разместить резервуары максимально близко друг к другу в) Выбрать расположение случайным образом г) Учесть только стоимость земельного участка</p>
3	<p>Для снижения эксплуатационных затрат на хранение нефти: а) Разработать оптимальный режим термостатирования на основе CFD-анализа б) Увеличить мощность оборудования в) Уменьшить частоту технического обслуживания г) Снизить требования к качеству хранения</p>

4	<p>При несоответствии качества нефти на выходе из резервуара требуемым параметрам:</p> <p>а) Проанализировать процессы смешения и стратификации в резервуаре</p> <p>б) Увеличить скорость откачки продукции</p> <p>в) Изменить марку нефти на входе</p> <p>г) Прекратить контроль качества</p>
5	<p>Разработано рацпредложение по оптимизации работы резервуарного парка. Обязательные разделы в обосновании:</p> <p>а) Только технические характеристики</p> <p>б) Сущность предложения, технико-экономическое обоснование, расчет эффекта</p> <p>в) Биографии авторов</p> <p>г) Мнение вышестоящего руководства</p>
6	<p>При расхождении CFD-расчета с экспериментальными данными на 20% первоочередные действия:</p> <p>а) Анализ погрешностей модели, сетки и граничных условий</p> <p>б) Корректировка экспериментальных данных</p> <p>в) Увеличение времени расчета</p> <p>г) Изменение цветов графиков</p>
7	<p>Для увеличения срока службы резервуара с агрессивными нефтепродуктами:</p> <p>а) Оптимизировать систему защиты от коррозии на основе анализа потоков</p> <p>б) Увеличить толщину стенок равномерно по всей высоте</p> <p>в) Изменить материал резервуара без анализа</p> <p>г) Уменьшить объем хранимой продукции</p>
8	<p>При моделировании обнаружилось, что в некоторых режимах возникает перегрев верхних слоев нефти. Ваши действия:</p> <p>а) Разработать систему принудительного охлаждения или теплоотвода</p> <p>б) Увеличить скорость испарения</p> <p>в) Уменьшить давление в резервуаре</p> <p>г) Игнорировать явление перегрева</p>
9	<p>После успешного CFD-моделирования оптимизированной конструкции резервуара необходимо:</p> <p>а) Провести патентный поиск и оформить заявку на изобретение</p> <p>б) Немедленно запустить в производство</p> <p>в) Сохранить результаты в архиве</p> <p>г) Передать конкурентам</p>
10	<p>При обнаружении зон застоя в резервуаре, способствующих образованию отложений:</p> <p>а) Модифицировать систему перемешивания для устранения мертвых зон</p> <p>б) Увеличить общий объем резервуара</p>

	в) Уменьшить время хранения продукции г) Игнорировать явление
--	--