


**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 в нефтегазовом деле»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые 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 в нефтегазовом деле» 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения анализа технических систем и технологических процессов нефтегазового дела; - принципы и методы верификации, валидации и оценки адекватности математических моделей, границы их применимости; - достоинства, недостатки и границы применимости различных классов математических моделей для решения типовых задач нефтегазового дела. 	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить критический анализ и сравнительную оценку различных математических подходов к решению одной прикладной задачи, обосновывая выбор оптимальной стратегии моделирования; - формулировать целостное видение проблемной ситуации, декомпозируя ее на взаимосвязанные задачи, решаемые методами математического моделирования; - разрабатывать и аргументировать стратегию численного эксперимента для комплексного исследования сложных объектов и процессов. 	Стандартные задания	Наличие умений
		<p>Владеть :</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками системного анализа производственной проблемы и разработки на его основе плана (стратегии) математического моделирования для ее решения; - методами критической оценки адекватности и точности результатов моделирования, в том числе при работе с противоречивыми или неполными исходными данными; - техниками представления результатов, обеспечивающими четкое разграничение расчетных данных, их интерпретации и практических рекомендаций. 	Прикладные задания	Наличие навыков

2	ПК-13	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы оптимизации и параметрического анализа для поиска и обоснования рационализаторских и изобретательских решений; - основы проектного подхода к организации работ по созданию новых технических решений с использованием математического моделирования; - критерии технико-экономической и патентной чистоты новых разработок. 	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать математические модели в качестве инструмента для генерации, проверки и сравнительного анализа новых технических идей и концепций; - проектировать и оптимизировать конструкции и технологические режимы на основе результатов параметрических исследований и многовариантных расчетов; - координировать этапы работы по созданию рацпредложения — от выявления проблемы через моделирование до оформления итоговой документации. 	Стандартные задания	Наличие умений
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками сквозного проектирования: от формулировки идеи -> через построение и расчет модели -> к технико-экономическому обоснованию предлагаемого решения; - методами подготовки всей необходимой расчетно-графической документации для подачи заявки на рационализаторское предложение или изобретение; - опытом комплексного обоснования эффективности и новизны предлагаемых решений, основанного на данных математического моделирования. 	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	Какой из перечисленных этапов является заключительным в цикле математического моделирования технической системы? а) Выбор численного метода для решения уравнений модели. б) Анализ результатов и выработка рекомендаций для принятия инженерного решения. в) Проведение натурного эксперимента на реальном объекте. г) Формализация задачи и составление системы уравнений.
2	Выбор между статической и динамической математической моделью трубопровода определяется необходимостью учесть: а) только физические свойства транспортируемой жидкости. б) изменение его параметров (давления, расхода) во времени. в) только геометрические характеристики трассы. г) стоимость строительства.
3	На какие виды делятся материальные модели? а) геометрически подобные б) образные в) компьютерные 3D модели г) физически подобные д) математические
4	Математическая модель объекта – а) вещественное воспроизведение исследуемого объекта, является реально существующим предметом. б) совокупность замкнутых систем уравнений, каждое из которых устанавливает с определенной степенью приближения количественные связи между отдельными элементами и параметрами объекта, способная заменить этот объект для изучения и получения информации. в) не является реально существующим предметом, а существует в уме исследователя, построена из чувственно-наглядных элементов.
5	«Принцип Δt » моделирования используется для описания: а) стационарного процесса б) нестационарного процесса
6	Объектом с распределенными параметрами называют а) объект, значения параметров которого одинаковы во всех его точках. Б) объект, значения параметров которого различны в разных его точках.
7	Что понимают под адекватностью математической модели а) правильное качественное описание объекта (процесса) по выбранным параметрам состояния б) наблюдение и регистрация параметров

	<p>в) анализ полученных результатов</p> <p>г) правильное количественное описание объекта (процесса) по выбранной характеристике состояния с некоторой приемлемой и обоснованной степенью точности</p>										
8	<p>Математическая модель – это:</p> <p>а) Точная копия физического объекта;</p> <p>б) Упрощенное абстрактное описание объекта, выраженное на языке математики;</p> <p>в) Компьютерная программа для проведения расчетов;</p> <p>г) Результат натурального эксперимента.</p>										
9	<p>К преимуществам CFD-моделирования по сравнению с одномерным гидравлическим расчетом относится:</p> <p>а) Высокая скорость вычислений;</p> <p>б) Возможность получить детальное трехмерное поле скоростей и давлений;</p> <p>в) Простота настройки и невысокие требования к вычислительным ресурсам;</p> <p>г) Возможность анализа локальных гидравлических сопротивлений и зон кавитации.</p>										
10	<p>Установите соответствие между классом математической модели и ее основной характеристикой:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Класс модели</th> <th>Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Детерминированная</td> <td>А) Учитывает случайный характер параметров и входных данных</td> </tr> <tr> <td>2. Стохастическая</td> <td>Б) Параметры и результаты моделирования не зависят от времени</td> </tr> <tr> <td>3. Стационарная</td> <td>В) Все параметры и связи между ними точно определены</td> </tr> <tr> <td>4. Нестационарная</td> <td>Г) Параметры системы изменяются во времени</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Ответ: 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г)</p>	Класс модели	Характеристика	1. Детерминированная	А) Учитывает случайный характер параметров и входных данных	2. Стохастическая	Б) Параметры и результаты моделирования не зависят от времени	3. Стационарная	В) Все параметры и связи между ними точно определены	4. Нестационарная	Г) Параметры системы изменяются во времени
Класс модели	Характеристика										
1. Детерминированная	А) Учитывает случайный характер параметров и входных данных										
2. Стохастическая	Б) Параметры и результаты моделирования не зависят от времени										
3. Стационарная	В) Все параметры и связи между ними точно определены										
4. Нестационарная	Г) Параметры системы изменяются во времени										
11	<p>На выходе из узла редуцирования ГРС зафиксировано падение температуры ниже расчетной, что создает риск гидратообразования. Какой инструмент математического моделирования наиболее эффективен для поиска причины и разработки решения?</p> <p>а) Одномерный гидравлический расчет всего трубопровода.</p> <p>б) CFD-моделирование узла редуцирования с анализом температурных полей и эффекта Джоуля-Томсона.</p> <p>в) Статический прочностной расчет фланцевых соединений.</p> <p>г) Модель испарения нефтепродуктов в резервуаре.</p>										

12	<p>Выберите утверждение, описывающее верификацию математической модели?</p> <p>а) это процесс проверки того, правильно ли мы решаем уравнения (т.е. нет ли ошибок в численном методе, программном коде и сетке);</p> <p>б) это процесс проверки того, те ли самые уравнения мы решаем (т.е. насколько адекватно выбранная математическая модель описывает реальный физический процесс или объект).</p>
13	<p>Выберите утверждение, описывающее валидацию математической модели?</p> <p>а) это процесс проверки того, правильно ли мы решаем уравнения (т.е. нет ли ошибок в численном методе, программном коде и сетке);</p> <p>б) это процесс проверки того, те ли самые уравнения мы решаем (т.е. насколько адекватно выбранная математическая модель описывает реальный физический процесс или объект).</p>
<p>ПК-13 - Способен организовывать и координировать работу по развитию рационализаторских предложений и изобретательской деятельности</p>	
1	<p>Математическая модель какого типа является наиболее подходящим инструментом для предварительного обоснования рационализаторского предложения по снижению энергозатрат насосной станции?</p> <p>а) Статическая модель, описывающая установившийся режим.</p> <p>б) Динамическая модель, описывающая пусковые режимы.</p> <p>в) Статистическая модель, основанная на данных прошлых лет.</p> <p>г) Детерминированная модель, позволяющая рассчитать оптимальные параметры режима.</p>
2	<p>Результаты CFD-моделирования показали, что замена стандартного затвора на шаровой кран на участке трубопровода позволит снизить гидравлические потери на 15%. Какие последующие шаги необходимо предпринять для оформления этого решения как рационализаторского предложения? (Выберите все верные варианты)</p> <p>а) Провести патентный поиск на новизну предложенного технического решения.</p> <p>б) Оформить расчетно-пояснительную записку с результатами моделирования и технико-экономическим обоснованием.</p> <p>в) Немедленно внедрить изменение в эксплуатацию.</p> <p>г) Подготовить заявочные материалы в соответствии с положением о рационализаторской деятельности на предприятии.</p>
3	<p>Основной целью проведения анализа чувствительности математической модели при подготовке рационализаторского предложения является:</p> <p>а) Ускорение вычислений.</p> <p>б) Определение степени влияния исходных данных на конечный результат и оценка рисков.</p> <p>в) Упрощение модели.</p> <p>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>При обработке данных эксперимента по исследованию зависимости вязкости нефти от температуры для рацпредложения по оптимизации подогрева, полученная аппроксимирующая кривая прошла точно через все экспериментальные точки, но между ними вела себя нефизично (осциллировала). Ваше решение:</p> <p>а) считать модель адекватной и использовать ее в расчетах. б) заменить интерполяционный полином Лагранжа на аппроксимацию сплайнами или методом наименьших квадратов с выбором более подходящей функции. в) увеличить количество экспериментальных точек, не меняя метода. г) скорректировать экспериментальные данные вручную.</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.</p> <p>б) Выдать готовое решение подчиненным для реализации.</p> <p>в) Провести патентный поиск и системный анализ объекта для выявления узких мест и существующих решений.</p> <p>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.</p> <p>б) Системный анализ технологического процесса, выявление узких мест и проблем, ведущих к сверхнормативным затратам или рискам.</p> <p>в) Опрос мнения линейного персонала.</p> <p>г) Копирование решений, применяемых на других предприятиях.</p>
11	<p>Какая организационная ошибка была допущена, если при оптимизации работы компрессорной станции методом деформируемого многогранника (Нелдера-Мида) расчет занял недопустимо много времени?</p> <p>а) Не был правильно задан критерий останова (точность расчета).</p> <p>б) Не был проведен патентный поиск.</p> <p>в) Не были изучены геометрические характеристики трубопровода.</p> <p>г) Не было назначено ответственное лицо за проведение эксперимента.</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>Явление резкого скачка давления в трубопроводе при быстром закрытии задвижки называется _____ . (Ответ: гидравлический)</p>
2	<p>Опасное явление, возникающее в центробежном нагнетателе при работе в зоне малых подач, характеризующееся падением давления и вибрацией, называется _____ . (Ответ: помпаж)</p>
3	<p>При анализе расхождений между результатами CFD-моделирования теплообменника и экспериментальными данными (15% по тепловому потоку), какова оптимальная последовательность действий?</p> <p>а) Немедленно скорректировать экспериментальные данные</p> <p>б) Провести верификацию сетки, проверить граничные условия, уточнить свойства материалов, затем провести валидацию</p> <p>в) Увеличить количество экспериментальных точек</p> <p>г) Заменить CFD-пакет на другой</p>
4	<p>Для выбора стратегии моделирования гидравлического удара в трубопроводе необходимо учесть:</p> <p>а) Только диаметр трубопровода</p> <p>б) Упругие свойства материала трубы, скорость звука в жидкости, время закрытия арматуры</p> <p>в) Только плотность перекачиваемой среды</p>

	г) Стоимость моделирования
5	<p>При моделировании сепаратора ГРС обнаружены зоны рециркуляции потока. Какой подход наиболее эффективен для анализа проблемы?</p> <p>а) Увеличить скорость потока в модели</p> <p>б) Провести параметрическое исследование геометрии отбойных устройств</p> <p>в) Игнорировать как незначительный эффект</p> <p>г) Увеличить размер расчетной сетки</p>
6	<p>Необходимо оптимизировать температуру подогрева нефти на выходе из подогревательной станции. Известно, что с ростом температуры вязкость уменьшается, но растут затраты на подогрев. Критерий для выбора оптимальной стратегии:</p> <p>а) Минимальная температура подогрева</p> <p>б) Минимальные затраты на перекачку и подогрев</p> <p>в) Максимальная температура, которую выдерживает оборудование</p> <p>г) Температура, рекомендуемая технологическим регламентом</p>
7	<p>Для планирования ремонтных работ необходимо смоделировать последствия аварийного истечения нефти из трубопровода. Какой фактор будет иметь наибольшее влияние на стратегию моделирования:</p> <p>а) Цена нефти на бирже</p> <p>б) Рельеф местности и близость водных объектов</p> <p>в) Время суток аварии</p> <p>г) Марка стали трубопровода</p>
8	<p>При моделировании работы системы "нефтепровод-насосная станция" обнаружены колебания давления. Ваша стратегия обеспечения устойчивости:</p> <p>а) Увеличить мощность насосов</p> <p>б) Проанализировать соответствие характеристик насосов и трубопровода, ввести регуляторы давления</p> <p>в) Уменьшить расход перекачки</p> <p>г) Установить дополнительные запорные клапаны</p>
9	<p>При последовательной перекачке нефтепродуктов необходимо минимизировать потери от смешения. Ключевой параметр для стратегии оптимизации:</p> <p>а) Скорость перекачки</p> <p>б) Физико-химические свойства соседних продуктов и длина зоны смешения</p> <p>в) Время суток перекачки</p> <p>г) Квалификация оператора</p>
10	<p>Критический анализ результатов CFD-моделирования работы нагнетателя выявил расхождение с паспортной характеристикой на 8% в зоне рабочих режимов. Первоочередные действия:</p> <p>а) Проверить адекватность модели турбулентности и качество сетки в зазорах</p> <p>б) Скорректировать паспортные данные</p>

	<ul style="list-style-type: none"> в) Увеличить мощность вычислительного кластера г) Заменить ротор нагнетателя
11	<p>При валидации CFD-модели нагнетателя необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Сравнить с паспортной характеристикой и экспериментальными данными для различных режимов б) Только проверить сходимость по сетке в) Увеличить мощность вычислительного кластера г) Использовать данные из литературных источников
12	<p>Критерием адекватности CFD-модели технологического аппарата считается:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Красивая визуализация течения б) Совпадение расчетных и экспериментальных данных в пределах 5-7% для ключевых параметров в) Быстрота расчета г) Использование самой сложной модели турбулентности
ПК-13 - Способен организовывать и координировать работу по развитию рационализаторских предложений и изобретательской деятельности	
1	<p>Для обоснования рацпредложения по модернизации теплообменника нужны данные о тепловых потерях. Какой план эксперимента наиболее рационален?</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Измерять температуры в случайные моменты времени б) Провести измерения в характерные периоды года в) Использовать данные прошлых лет г) Провести однократные измерения в штатном режиме
2	<p>Подготовка рацпредложения по выбору оптимального диаметра трубопровода. Какой критерий будет основным?</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Минимальные капитальные затраты б) Минимальные эксплуатационные расходы в) Срок окупаемости проекта г) Комплексный технико-экономический показатель
3	<p>Разработано рацпредложение по оптимизации работы КС с ожидаемой экономией 5 млн руб./год при затратах 15 млн руб. Ваше решение:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Рекомендовать к внедрению из-за высокой экономии б) Отклонить из-за высоких затрат в) Провести дополнительный анализ срока окупаемости г) Уменьшить объем работ для снижения затрат
4	<p>Для обоснования рацпредложения по модернизации системы охлаждения масла ГПА необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Провести только тепловой расчет б) Выполнить комплексное CFD-моделирование гидравлики и теплообмена, рассчитать экономический эффект, оформить технико-экономическое обоснование в) Купить новый теплообменник г) Увеличить расход охлаждающей воды

5	<p>Разработано рацпредложение по оптимизации работы центробежного нагнетателя. 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 организации работы по разработке рацпредложения по модернизации узла редуцирования ГРС необходимо:</p> <p>а) Создать рабочую группу из технологов, конструкторов и специалистов по CFD-моделированию</p> <p>б) Поручить одному инженеру провести все расчеты</p> <p>в) Закупить новое оборудование у поставщика</p> <p>г) Обратиться в патентное бюро</p>
7	<p>Рационализаторское предложение по выбору оптимальной толщины теплоизоляции основано CFD-моделирования показали, что оптимизация геометрии проточной части задвижки может снизить гидравлические потери на 25%. Какой документ необходимо подготовить в первую очередь для оформления рацпредложения?</p> <p>а) Патентную заявку на изобретение</p> <p>б) Техническое задание на изготовление опытного образца</p> <p>в) Расчетно-пояснительную записку с обоснованием экономического эффекта</p> <p>г) Договор с производственным предприятием</p>
8	<p>При подготовке рацпредложения по снижению кавитации в насосе на основе CFD-анализа необходимо:</p> <p>а) Только визуализировать зоны кавитации</p> <p>б) Провести верификацию модели, количественно оценить снижение кавитации, рассчитать увеличение ресурса оборудования</p> <p>в) Увеличить давление на входе в модель</p> <p>г) Заменить материал рабочего колеса</p>
9	<p>Для верификации CFD-модели турбулентного течения в трубопроводе необходимо:</p> <p>а) Сравнить с экспериментальными данными для этого же трубопровода</p> <p>б) Проверить сходимость решения при сгущении сетки и сравнить с аналитическим решением для канала</p> <p>в) Увеличить число итераций</p> <p>г) Изменить модель турбулентности</p>
10	<p>При построении сетки для CFD-моделирования теплообменника особое внимание следует уделить:</p> <p>а) Только объему расчетной области</p> <p>б) Размерам ячеек в пристеночных областях и зонах больших градиентов</p> <p>в) Цвету графического интерфейса</p> <p>г) Скорости построения сетки</p>

11	<p>При внедрении рацпредложения по оптимизации работы технологической линии на основе CFD-моделирования обнаружено расхождение с фактическими параметрами. Первоочередные действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Скорректировать отчетные документы б) Провести анализ причин: точность модели, изменение технологических параметров, погрешности измерений в) Прекратить внедрение г) Уволить разработчиков
12	<p>При разработке рацпредложения по оптимизации работы сепаратора на КС получены противоречивые результаты CFD-моделирования. Ваша стратегия:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Выбрать наиболее красивые результаты б) Провести дополнительную верификацию моделей, проанализировать граничные условия, провести натурные испытания в) Отказаться от рацпредложения г) Использовать усредненные данные