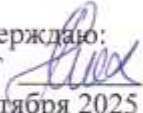


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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**

«Математические модели процессов транспорта и хранения углеводородов»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
код и наименование направления

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

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

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 «Математические модели процессов транспорта и хранения углеводородов» 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 методы постановки и анализа прикладных задач, различные варианты решения задач, их достоинства и недостатки	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки при построении математических моделей.	Стандартные задания	Наличие умений
		Владеть методами анализа задачи, выделяя ее базовые составляющие, методами определения и оценки практических последствий возможных решений задачи	Прикладные задания	Наличие навыков
2	ПК-13	Знать методы анализа технических систем; принципы формирования рационализаторских предложений; критерии технико-экономической эффективности; основы патентного права	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		Уметь выявлять недостатки в существующих технических решениях; использовать математические модели и методы оптимизации для обоснования новых решений; оформлять документацию на рационализаторские предложения	Стандартные задания	Наличие умений
		Владеть навыками проведения расчетно-аналитического обоснования эффективности предлагаемых решений на основе математического моделирования; методами сравнительного анализа технических решений	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, вырабатывать стратегию действий	
1	<p>Какой из перечисленных этапов является заключительным в цикле математического моделирования технической системы?</p> <p>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.</p>
2	<p>Выбор между статической и динамической математической моделью трубопровода определяется необходимостью учесть:</p> <p>а) только физические свойства транспортируемой жидкости. б) изменение его параметров (давления, расхода) во времени. в) только геометрические характеристики трассы. г) стоимость строительства.</p>
3	<p>На какие виды делятся материальные модели?</p> <p>а) геометрически подобные б) образные в) компьютерные 3D модели г) физически подобные д) математические</p>
4	<p>Математическая модель объекта –</p> <p>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.</p>
5	<p>«Принцип Δt» моделирования используется для описания:</p> <p>а) стационарного процесса б) нестационарного процесса</p>
6	<p>Объектом с распределенными параметрами называют</p> <p>а) объект, значения параметров которого одинаковы во всех его точках. Б) объект, значения параметров которого различны в разных его точках.</p>
7	<p>Что понимают под адекватностью математической модели</p> <p>а) правильное качественное описание объекта (процесса) по выбранным параметрам состояния б) наблюдение и регистрация параметров</p>

	<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>Фактор – это</p> <p>а) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента.</p> <p>б) наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов.</p>
9	<p>Отклик – это</p> <p>а) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента.</p> <p>б) наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов.</p>
10	<p>Фактор называется управляемым, если</p> <p>а) его уровни целенаправленно выбираются исследователем в процессе эксперимента.</p> <p>б) его значения наблюдаются и регистрируются</p> <p>в) он включен в модель для изучения свойств объекта, а не для вспомогательных целей</p>
11	<p>Фактор называется наблюдаемым, если</p> <p>а) его уровни целенаправленно выбираются исследователем в процессе эксперимента.</p> <p>б) его значения наблюдаются и регистрируются</p> <p>в) он включен в модель для изучения свойств объекта, а не для вспомогательных целей</p>
12	<p>В чем выражается обычно относительная погрешность?</p> <p>а) в процентах (%)</p> <p>б) в процентах на единицу (%/ед.)</p> <p>в) в штуках (шт)</p>
13	<p>В чем заключается задача отделения корней?</p> <p>а) в установлении количества корней</p> <p>б) в установлении количества корней, а так же наиболее тесных промежутков, каждый из которых содержит только один корень.</p> <p>в) в установлении корня решения уравнения</p> <p>г) в назначении количества корней</p>
14	<p>Невязка – это...</p> <p>а) значение разностей между свободными членами исходной системы.</p> <p>б) значение суммы между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных</p> <p>в) значение суммы результатов подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных</p>

	<p>г) значение разностей между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных.</p>
15	<p>Интерполяция – это...</p> <p>а) способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений</p> <p>б) продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.</p> <p>в) замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным.</p> <p>г) метод решения задач, при котором объекты разного рода объединяются общим понятием.</p>
16	<p>Итерация – это</p> <p>а) повторение. результат повторного применения какой-либо математической операции.</p> <p>б) замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным.</p> <p>в) число, изображаемое единицей и 18 нулями</p> <p>г) продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.</p>
17	<p>Золотое сечение – это...</p> <p>а) такое пропорциональное деление отрезка на части, при котором меньший отрезок относится к большему, как больший ко всему.</p> <p>б) непропорциональное деление отрезка на части, при котором меньший отрезок относится к большему, как больший ко всему.</p> <p>в) непропорциональное деление отрезка на части, при котором больший отрезок относится к меньшему, как больший ко всему.</p> <p>г) такое пропорциональное деление отрезка на части, при котором больший отрезок относится к меньшему, как больший ко всему</p>
18	<p>Методы решения уравнений делятся на:</p> <p>а) прямые и итеративные</p> <p>б) прямые и косвенные</p> <p>в) начальные и конечные</p> <p>г) определенные и неопределенные</p> <p>д) простые и сложные</p>
19	<p>Как иначе называют метод Ньютона?</p> <p>а) метод касательных</p> <p>б) метод коллокации</p> <p>в) метод прогонки</p> <p>г) метод итераций</p> <p>д) метод хорд</p>
20	<p>Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:</p> <p>а) аналитические и численные</p> <p>б) аналитические и графические</p> <p>в) систематические и численные</p>

	<p>г) систематические и случайные</p> <p>д) приближенные и непрближенные</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>Какой численный метод наиболее целесообразно применить для оптимизации целевой функции (например, минимизации затрат на перекачку) в рамках рационализаторского предложения?</p> <p>а) Метод половинного деления для решения одного уравнения.</p> <p>б) Метод наименьших квадратов для аппроксимации данных.</p> <p>в) Метод покоординатного спуска для поиска экстремума функции многих переменных.</p> <p>г) Метод простой итерации для решения систем линейных уравнений.</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>Для обоснования рацпредложения по увеличению пропускной способности трубопровода были получены дискретные данные о зависимости давления от расхода. Каким методом целесообразнее всего получить непрерывную зависимость для анализа?</p> <p>а) Методом золотого сечения.</p> <p>б) Методом интерполяции (например, кубическими сплайнами).</p> <p>в) Методом Ньютона решения нелинейных уравнений.</p> <p>г) Методом Гаусса решения СЛАУ.</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.</p> <p>б) Минимальная вычислительная сложность алгоритма.</p> <p>в) Наилучшее соответствие экспериментальным данным (например, минимум суммы квадратов отклонений).</p> <p>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.</p> <p>б) заменить интерполяционный полином Лагранжа на аппроксимацию сплайнами или методом наименьших квадратов с выбором более подходящей функции.</p> <p>в) увеличить количество экспериментальных точек, не меняя метода.</p> <p>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.</p> <p>б) Новизна и положительный эффект (экономический, технологический, экологический).</p> <p>в) Красота графического оформления документации.</p> <p>г) Личные связи автора с членами комиссии.</p>
8	<p>При оформлении заявки на рационализаторское предложение обязательным разделом является:</p> <p>а) Биография автора.</p> <p>б) Описание сущности предложения, его технико-экономическое обоснование и расчет эффекта.</p> <p>в) Мнение вышестоящего руководства.</p> <p>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>

12	<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.</p> <p>б) Только экономистами, исходя из стоимости материалов.</p> <p>в) Совместно технологами (учитывая тепловые потери) и экономистами (учитывая стоимость изоляции и энергоресурсов).</p> <p>г) Руководителем проекта, исходя из личного опыта.</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>При решении уравнения $x^3 - 2x - 5 = 0$ методом простой итерации преобразовали к виду $x = \sqrt[3]{2x + 5}$. На отрезке $[2, 3]$ процесс расходится.</p> <p>Выберите стратегию устранения проблемы:</p> <p>а) Уменьшить точность вычислений</p> <p>б) Увеличить число итераций</p> <p>в) Изменить вид итерационной функции</p> <p>г) Применить другой метод, не требующий итераций</p>
2	<p>Для расчета вязкости нефти при промежуточных температурах имеются экспериментальные точки с погрешностью до 15%. Какой метод обработки данных предпочтительнее?</p> <p>а) Интерполяционный полином Лагранжа</p> <p>б) Кусочно-линейная интерполяция</p> <p>в) Аппроксимация по методу наименьших квадратов</p> <p>г) Сплайновая интерполяция</p>
3	<p>Математическая модель работы ГПА показывает высокую точность на номинальном режиме, но дает 30% погрешность при нагрузках ниже 50%. Ваша стратегия действий:</p> <p>а) Увеличить сложность модели</p> <p>б) Провести дополнительный эксперимент в области малых нагрузок</p> <p>в) Использовать модель только в номинальном режиме</p> <p>г) Увеличить количество итераций при расчетах</p>
4	<p>Разработана новая модель тепловых потерь трубопровода. Выберите стратегию верификации:</p> <p>а) Сравнить с одной экспериментальной точкой</p> <p>б) Провести серию экспериментов в различных режимах</p> <p>в) Сравнить с результатами старой модели</p> <p>г) Использовать данные из литературы</p>
5	<p>При определении технологических потерь нефти в резервуаре возникло расхождение между расчетными и фактическими данными.</p> <p>Ваша стратегия анализа проблемы:</p>

	<p>а) Увеличить частоту замеров уровня нефти</p> <p>б) Проанализировать все возможные источники потерь: испарение, точность замеров, температурное расширение, наличие подтоварной воды</p> <p>в) Считать погрешностью измерений и использовать среднее значение</p> <p>г) Внести поправку на атмосферное давление</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>При температуре 40°C вязкость нефти 25 сСт, затраты на перекачку 120 кВт. При температуре 60°C вязкость 8 сСт, затраты на перекачку 80 кВт. Затраты на подогрев: 5 кВт/°С. Определить оптимальную температуру подогрева.</p> <p>а) 40°C</p> <p>б) 50°C</p> <p>в) 60°C</p> <p>г) 70°C</p>

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> <p>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</p>
2	<p>Подготовка рацпредложения по выбору оптимального диаметра трубопровода. Какой критерий будет основным?</p> <p>а) Минимальные капитальные затраты б) Минимальные эксплуатационные расходы в) Срок окупаемости проекта г) Комплексный технико-экономический показатель</p>
3	<p>Разработано рацпредложение по оптимизации работы КС с ожидаемой экономией 5 млн руб./год при затратах 15 млн руб. Ваше решение:</p> <p>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</p>
4	<p>Поступило три рацпредложения: 1) Оптимизация работы насосов (экономия 2 млн руб./год), 2) Утепление трубопровода (экономия 1 млн руб./год), 3) Внедрение системы мониторинга (экономия 0.5 млн руб./год). Бюджет ограничен. Критерий выбора приоритета:</p> <p>а) Суммарная экономия от всех предложений б) Соотношение экономический эффект / затраты на реализацию в) Сложность реализации г) Мнение большинства сотрудников</p>
5	<p>Разработано рацпредложение по оптимизации работы центробежного нагнетателя. Обязательные разделы в обосновании:</p> <p>а) Только технические характеристики б) Сущность предложения, технико-экономическое обоснование, расчет эффекта в) Биографии авторов г) Мнение вышестоящего руководства</p>
6	<p>При аппроксимации данных по гидравлическому сопротивлению получены две модели: Модель 1: $\Delta P = 0.02 \cdot L/D \cdot \rho V^2/2$ ($R^2=0.85$) Модель 2: $\Delta P = 0.015 \cdot (L/D)^{0.95} \cdot \rho V^{1.9}/2$ ($R^2=0.96$) Какая модель адекватнее и почему?</p> <p>а) Модель 1, проще б) Модель 2, выше точность</p>

	<p>в) Обе модели равнозначны г) Нужна третья модель</p>
7	<p>Выберите правильное соотношение для расчета среднего давления на участке газопровода</p> <p>а) $p_{\text{ср}} = \frac{1}{2}(p_{\text{н}} + p_{\text{к}})$; б) $p_{\text{ср}} = \frac{2}{3}(p_{\text{н}} + p_{\text{к}})$; в) $p_{\text{ср}} = \frac{2}{3}\left(p_{\text{н}} + \frac{p_{\text{к}}^2}{p_{\text{н}} + p_{\text{к}}}\right)$.</p> <p>В)</p>
8	<p>Модель аварийного истечения: $G = C \cdot A \cdot \sqrt{2\rho\Delta P}$. При проверке: расчетный расход 10 кг/с, фактический 9 кг/с. Площадь отверстия известна точно. Какой коэффициент модели уточнить?</p> <p>а) C - коэффициент истечения б) ρ – плотность в) ΔP - перепад давления г) Все коэффициенты</p>
9	<p>Модель потерь давления: $\Delta P = f \cdot L/D \cdot \rho V^2/2$. Параметры известны с погрешностью: $f \pm 5\%$, $L \pm 2\%$, $\rho \pm 1\%$, $V \pm 3\%$. К какому параметру модель наиболее чувствительна?</p> <p>а) f (коэффициент трения) б) L (длина) в) ρ (плотность) г) V (скорость)</p>
10	<p>Модель дает результат 100 ед. Погрешность входных параметров: $\pm 5\%$. Количество параметров: 4. Оценить погрешность результата.</p> <p>а) $\pm 5\%$ б) $\pm 10\%$ в) $\pm 15\%$ г) $\pm 20\%$</p>
11	<p>Объем трубопровода $V = V_0(1 + \beta\Delta T)$. При $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ расчетное увеличение объема 1.5%. Фактическое - 1.8%. Уточнить коэффициент β.</p> <p>а) Увеличить на 10% б) Увеличить на 20% в) Уменьшить на 10% г) Уменьшить на 20%</p>