

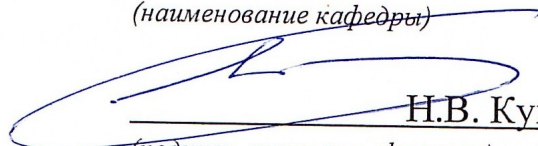
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кувардин Николай Владимирович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 08.10.2024 09:53:06  
Уникальный программный ключ:  
9e48c4318069d59a383b8e4c07e4eba99aa1cb28

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фунда-  
ментальной химии и химиче-  
ской технологии

*(наименование кафедры)*



Н.В. Кувардин

*(подпись, инициалы, фамилия)*

«21» 06 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

*Моделирование химико-технологических процессов*

---

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология

*(код и наименование ОПОП ВО)*

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## *Тема 1 Модель и ее определение. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы*

1. Сущность физического моделирования, его основные этапы и роль в решении технологических и исследовательских задач.
2. Теория подобия как теоретическая основа физического моделирования.
3. Способ задания условий однозначности в теории подобия.
4. Основные теоремы теории подобия.
5. Приложения основных теорем теории подобия к решению конкретных задач физического моделирования.

## **Тема 2 Иерархический принцип составления структурной математической модели**

5. Приложения основных теорем теории подобия к решению конкретных задач физического моделирования.
6. Получение критериальных уравнений методами и приемами теории подобия.
7. Критерии подобия. Общность и различия с другими безразмерными параметрами.
8. Индикаторы подобия и их роль в определении масштабных коэффициентов при переходе от природы к модели и наоборот.
9. Теория анализа размерностей в физическом моделировании
10. Основные задачи, решаемые с помощью теории анализа размерностей.

## *Тема 3 Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия*

1. Сущность физического моделирования, его основные этапы и роль в решении технологических и исследовательских задач.
2. Теория подобия как теоретическая основа физического моделирования.
3. Способ задания условий однозначности в теории подобия.
4. Основные теоремы теории подобия.
5. Приложения основных теорем теории подобия к решению конкретных задач физического моделирования.
6. Получение критериальных уравнений методами и приемами теории подобия.
7. Критерии подобия. Общность и различия с другими безразмерными параметрами.
8. Индикаторы подобия и их роль в определении масштабных коэффициентов при переходе от природы к модели и наоборот.
9. Теория анализа размерностей в физическом моделировании
10. Основные задачи, решаемые с помощью теории анализа размерностей.

## *Тема 4 Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений*

11. Границы применимости теории анализа размерностей.
12. Получение критериальных уравнений методами и приемами теории анализа размерностей.
13. Основные принципы построения модели для физического моделирования.
14. Роль и задачи эксперимента в физическом моделировании.
15. Математическое моделирование и его этапы.
16. На чем базируется математическое моделирование?
17. Понятие о математическом подобии.
18. Классификация математического моделирования по методам решения математических моделей.
19. Вычислительный эксперимент и основные его этапы.
20. Понятие о классическом и электронном моделировании.

### ***Тема 5 Понятие о физическом и математическом моделировании. Физическое моделирование и основные этапы его проведения***

21. Преимущества и недостатки математического моделирования как метода исследования.

22. Диалектическое единство математического моделирования и натурального эксперимента.

23. Роль математического моделирования в решении современных задач и подготовке молодых специалистов.

24. Математическая модель как основа математического моделирования.

25. Границы применимости математической модели и их учет в интерпретации результатов выполненного математического моделирования.

26. Основные принципы построения математических моделей.

27. Математическая модель в безразмерных переменных.

Шкала оценивания:

5-балльная. Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя

### ***Тема 6 Границы применимости математического моделирования в химической практике***

Темы рефератов

1. Преимущества и недостатки математического моделирования как метода исследования.

2. Физическое моделирование и мысленные эксперименты.

3. Специфика моделирования в химической технологии

4. Математическая модель в безразмерных переменных

5. Определение безразмерных переменных

6. Представление модели в безразмерном виде.
7. Выбор безразмерных комбинаций и переменных
8. Компьютерное моделирование химических процессов
9. Компьютерное (математическое) моделирование определения равновесного фазово-химического состава химических систем различной природы
10. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов
11. Математическое описание гидродинамической структуры потоков
12. Моделирование тепловых процессов в химической технологии
13. Математическое моделирование массообменных процессов
14. Математическое моделирование кинетики химических реакций
15. Моделирование гомогенных химических реакторов

### **Критерии оценки реферата**

При оценивании реферата учитываются следующие признаки:

Содержание: обоснование актуальности; глубина раскрытия; наличие элементов новизны теоретического или практического характера; соответствие содержания работы теме, целям.

Результаты: правильность и полнота разработки проблемы; обоснованность сделанных выводов; значимость выводов для последующей практической деятельности; уровень самостоятельности обобщений и выводов.

Оформление работы: логичность; грамотность; соответствие стандартам.

Защита работы: умение ориентироваться в исследуемой теме; умение правильно излагать свои мысли; умение аргументировано отвечать на вопросы.

### **Тема 7 Оптимизация технологических процессов**

1. Моделирование – это

- А) процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;
- Б) мысленная схема оригинала, отражающая существенные стороны;
- В) система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;
- Г) создание дешевой модели;
- Д) определенный набор и последовательность действий над оригиналом или моделью для достижения конкретной поставленной цели.

2. Материальная модель –

- А) модель как объект, заменяющая оригинал при проведении исследований
- Б) процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;
- В) система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;
- Г) создание дешевой модели;
- Д) определенный набор и последовательность действий над оригиналом или моделью для достижения конкретной поставленной цели.
- Е) мысленная схема оригинала, отражающая существенные стороны;

3. Мысленная модель –

- А) мысленная схема оригинала, отражающая существенные стороны;
- Б) процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;
- В) система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;
- Г) создание дешевой модели;
- Д) определенный набор и последовательность действий над оригиналом или моделью для достижения конкретной поставленной цели.
- Е) модель как объект, заменяющая оригинал при проведении исследований;

4. Типы моделей в моделировании. Выбрать правильный вариант:  
А) материальная модель, мысленная модель, математическая модель;  
Б) оригинал, математическая модель; техническая модель,  
В) инженерная модель, опытная модель, виртуальная модель
5. математическая модель –  
А) система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;  
Б) мысленная схема оригинала, отражающая существенные стороны;  
В) процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;  
Г) создание дешевой модели;  
Д) определенный набор и последовательность действий над оригиналом или моделью для достижения конкретной поставленной цели.
6. Требования к процессу моделирования. Выбрать правильный вариант:  
А) экономичность, трудуктивность;  
Б) наличие математического описания, воспроизведение свойств оригинала;  
В) возможность проведения действий над оригиналом; дешевизна;  
Г) универсальность, простота.
7. Эксперимент – это  
А) определенный набор и последовательность действий над оригиналом или моделью для достижения конкретной поставленной цели.  
Б) мысленная схема оригинала, отражающая существенные стороны;  
В) система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;  
Г) создание дешевой модели;  
Д) процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;
8. Экономичность, как требование к моделированию, предполагает:  
А) создание дешевой модели;  
Б) перенесение результатов моделирования на оригинал;  
В) решение инженерно-технологического вопроса, связанного с промышленными формами производства;  
Г) определение условий, при которых моделирование дает результаты, пригодные для распространения на оригинал и как осуществить это распространение.
9. Трудуктивность – это А) перенесение результатов моделирования на оригинал; Б) создание дешевой модели; В) решение инженерно-технологического вопроса, связанного с промышленными формами производства; Г) определение условий, при которых моделирование дает результаты, пригодные для распространения на оригинал и как осуществить это распространение.
- Правильный ответ:  
А) а, г      Б) В      В) б, г      Г) а,б,в, г      Д) нет правильного ответа
- 10 Система в моделировании – это  
А) совокупность элементов, отличающаяся взаимодействием элементов, выраженный в ее структуре во взаимодействии с окружающим миром.  
Б) оборудование для монтажа технологической установки;  
В) химические реакции, тепло - и массообмен, движение фаз и другие процессы, лежащие в основе химико-технологического процесса;  
Г) количество произведенного продукта, его качественные показатели, себестоимость, прибыль предприятия, количественно выбрасываемых в окружающую среду временных отходов и т.д., полученных в результате усовершенствования математической модели
11. Выбрать систему из несистем:  
А) технологическая установка, взаимодействующая с окружающим миром путем получения сырья и энергии и воздействующая на систему путем выпуска продукции.

- Б) оборудование для монтажа технологической установки;  
 В) подача сырья, энергии;  
 Г) выпуск готовой продукции
12. Входы в систему или факторы – это  
 А) воздействия, оказываемые на систему;  
 Б) результаты функционирования системы;  
 В) химические реакции, тепло - и массообмен, движение фаз и другие процессы, лежащие в основе химико-технологического процесса;  
 Г) определение условий, при которых моделирование дает результаты, пригодные для распространения на оригинал и как осуществить это распространение.
13. Выходы системы или отклики - это  
 А) результаты функционирования системы;  
 Б) воздействия, оказываемые на систему;  
 В) химические реакции, тепло - и массообмен, движение фаз и другие процессы, лежащие в основе химико-технологического процесса;  
 Г) те воздействия, которые мы контролируем (изменяем) в процессе функционирования системы  
 Д) те воздействия, которые мы изменяем, чтобы управлять системой.
14. Контролируемые входы – это  
 А) те воздействия, которые мы контролируем (изменяем) в процессе функционирования системы  
 Б) воздействия, оказываемые на систему;  
 В) химические реакции, тепло - и массообмен, движение фаз и другие процессы, лежащие в основе химико-технологического процесса;  
 Г) результаты функционирования системы;  
 Д) те воздействия, которые мы изменяем, чтобы управлять системой.
- 15 Контролируемые нерегулируемые входы – это  
 А) те воздействия, которые мы контролируем в процессе функционирования системы, измеряем, но не изменяем их произвольно;  
 Б) воздействия, оказываемые на систему;  
 В) воздействия вне нашего контроля;  
 Г) результаты функционирования системы;  
 Д) те воздействия, которые мы изменяем, чтобы управлять системой.

**Шкала оценивания результатов тестирования:**

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6). Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

### Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

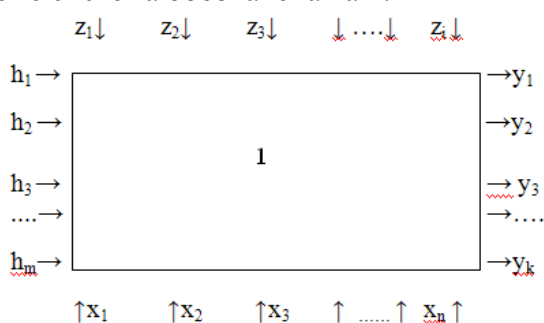
#### Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – 2 балла, не выполнено – 0 баллов

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

#### Задание в закрытой форме:

1 На схеме система обозначена как :



- А) 1      Б) отсутствуют      В) x, z      Г) x, z, h, y, 1      Д) x, z, h

2 Примеры нерегулируемых входов в систему:

- А) диаметр работающего аппарата; состав сырья;  
 Б) индивидуальность и душевное состояние человека,  
 В) множества слабых входных воздействий или шум  
 Г) гидромеханическое описание процесса;

3. Причины наличия нерегулируемых входов в систему:

- А) усложнение системы управления процессом;  
 Б) незнание процесса;  
 В) индивидуальность и душевное состояние человека,  
 Г) невозможность осуществления контроля

4. В уравнении математического описания функционирования системы

$$y_i = F_i(H, X) + \psi_i(Z)$$

влияние шума на процесс обозначено как

- А)  $\psi_i(Z)$ ;      Б)  $y_i$       В)  $F_i(H, X)$       Г)  $Z$       Д)  $H, X$

5 Данная операция не входит в последовательное решение критериального уравнения

- А) выполнить произведение соответствующих параметров на постоянные численные множители;  
 Б) рассчитать величины определяющих критериев  
 В) выбрать критериальное уравнение  
 Г) рассчитать величину определяемого критерия

6 Формула размерности соответствует физической величине  $L^{-2}MT^{-2}$

- А) энергия, работа, количество теплоты,      Б) частота;  
 В) сила, вес;      Г) давление, механическое напряжение, модуль упругости;

7 Формула размерности соответствует физической величине  $L^2MT^{-3}$

- А) мощность, поток энергии;      Б) энергия, работа, количество теплоты,

- В) сила, вес;    Г) давление, механическое напряжение, модуль упругости;
- 8 Формула размерности соответствует физической величине  $\Pi$   
 А) количество электричества    Б) мощность, поток энергии;  
 В) сила, вес;    Г) электрическое напряжение,
- 9 Формула размерности соответствует физической величине  $L^2MT^{-3}I^{-2}$   
 А) электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, эдс  
 Б) мощность, поток энергии;  
 В) количество электричества  
 Г) электрическое напряжение
- 10 К моделям, полученным по теории аналогии относят:  
 А) Модель атома Резерфорда;  
 Б) теорема Букингема, Федермана и Афанасьева- Эренфеста;  
 В) уравнения Кеплера;  
 Г) теорема Ньютона
- 11 К моделям, полученным по теории аналогии не относят:  
 А) уравнения Кеплера;  
 Б) Модель атома Резерфорда;  
 В) теория Бутлерова;  
 Г) теория тепловых машин С.Карно
- 12 при моделировании процессов в гидродинамике  
 А) физическая схема и математическое описание опираются на представление о том, что параметры текущей жидкости непрерывно меняются от точки к точке;  
 Б) система состоит из отдельных молекул;  
 В) в основе расчетов лежит положение о том, что процесс лимитирует самая медленная стадия;  
 Г) можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках
- 13 Псевдогомогенные среды - это  
 А) схема, упрощенно представляющая многофазную систему как однородную  
 Б) системы, состоящие из отдельных молекул;  
 В) системы, в которых можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках;  
 Г) системы, отличающиеся от оригинала только масштабами.
- 14 Какое из определений не относится к понятию лимитирующей стадии  
 А) самая быстрая стадия  
 Б) самая медленная стадия;  
 В) самая производительная стадия  
 Г) нелимитирующая стадия, которая влияет на протекание ой стадии, которая должна бы лимитировать
- 15 Модель сплошной среды предполагает  
 А) что система не состоит из отдельных молекул  
 Б) процесс лимитирует самая медленная стадия;  
 В) параметры процесса не меняются во времени;  
 Г) можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках

**Задание на установление соответствия**

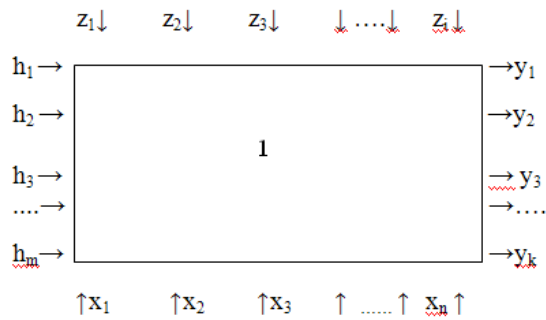
1 Установить соответствие

1	Псевдогомогенные среды	а	математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе
2	модель сплошной среды	б	системы, в которых можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках;



3	математическая модель	в	можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках
---	-----------------------	---	--

2 Установить соответствие:



1	x	а	Воздействиям системы на окружающий мир
2	z	б	Контролируемые входы, но нерегулируемые
3	h	в	вектор никаких неконтролируемых факторов
4	y	г	Контролируемые входы регулируемые

3. Установить соответствие:

1	Вербальная модель	а	информационная модель, выраженная знаками, т. е. средствами любого формального языка
2	Знаковая модель	б	модель, представленная с помощью математических формул
3	Математическая модель	в	это модель, в которой представлены различные варианты выбора действий на основе умозаключений и анализа условий.
4	Логическая модель	г	информационная модель в мысленной или разговорной форме

4. Установить соответствие:

1	Логическая модель	а	химические формулы, ноты и т.д.
2	Геометрическая модель	б	модель, представленная с помощью графических форм (граф, блок-схема алгоритма решения задачи, диаграмма)
3	Специальные модели	в	это модель, в которой представлены различные варианты выбора действий на основе умозаключений и анализа условий.
4	Граф	г	это множество вершин и множество ребер, соединяющих между собой все или часть этих вершин

5. Установить соответствие типов табличных моделей:

1	таблица типа «объект-свойство»	а	отражает взаимосвязи между разными объектами по какому-либо свойству
2	таблица типа «объект-объект»	б	в одной строке содержит информацию об одном объекте в виде заданного набора его свойств
3	таблица типа «двоичная матрица»	в	является частным случаем таблицы «объект-объект» и отражает наличие или отсутствие связи между объектами

### **Компетентностно-ориентированная задача.**

1. Используя методы и приемы теории анализа размерностей, определить общий вид критериального уравнения, если известно, что при противоточной экстракции имеет место истечение одной жидкости в среду другой. Исследование этого явления показали, что диаметр капли  $d$  сильно зависит от диаметра отверстия  $d_0$ , удельного веса жидкости, образующей каплю (дисперсной среды)  $\gamma_d$ , удельного веса жидкости, в которую происходит истечение  $\gamma_c$ , а также от поверхностного натяжения  $\sigma$  на границе фаз сплошной и дисперсной сред, т.е.

$$d = f(d_0, \gamma_d, \gamma_c, \sigma).$$

2. Используя методы и приемы теории анализа размерностей, определить общий вид

критериального уравнения, если известно, что в процессах пневматического размешивания жидких сред газом имеет место истечение газа в жидкую среду. Установлено, что диаметр газового пузырька зависит от диаметра подающего отверстия  $d_0$ , удельного веса газа  $\gamma_d$  (дисперсной среды) и жидкости  $\gamma_c$  (сплошной среды), а также поверхностного натяжения жидкости  $\sigma_c$ , т.е.

$$d = f(d_0, \gamma_d, \gamma_c, \sigma_c).$$

3 Используя методы и приемы теории анализа размерностей, определить общий вид критериального уравнения, если известно, что в процессе противоточной экстракции относительная скорость движения капли  $W = W_d + W_c$  ( $W_d$  и  $W_c$  - соответственно скорости движения капли и сплошной среды относительно аппарата), зависит от следующих величин:  $\gamma_d$  и  $\gamma_c$  - удельные вес диспергированной и сплошной среды;  $\mu_d$  и  $\mu_c$  - вязкости капли и среды;  $d$  и  $D$  - диаметров капли и реакционного аппарата;  $g$  - ускорения силы тяжести,  $\tau$  - времени

$W = f(\gamma_d, \gamma_c, \mu_d, \mu_c, d, D, g)$  (для установившегося режима) и  $W = f(\gamma_d, \gamma_c, \mu_d, \mu_c, d, D, g, \tau)$  (для неустановившегося режима).

4. Построить математическую модель процесса жидкофазного окисления изопропилбензола молекулярным кислородом, используя приводимые ниже сведения о механизме данного гомогенного гетерофазного процесса

5. Построить математическую модель процесса жидкофазного окисления п-ксилола ( $RCH_3$ - п-ксилол).

#### **Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи**

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.