

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»

Оценочные материалы по дисциплине
Б.1.1.29 «Моделирование химико-технологических процессов»

Направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» должна сформироваться компетенция: ОПК-6

Критерии определения сформированности компетенции ОПК-6 на различных уровнях их формирования

| Индекс компетенции | Содержание компетенции |
|--------------------|---|
| ОПК-6 | ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции |
|--|--|--|
| ИД-2 _{ОПК-6} . Способен освоить подходы и методики, позволяющие проводить моделирование химико-технологических процессов для решения задач профессиональной деятельности. | лекции, практические занятия, самостоятельная работа | Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта, тестовые задания |

Уровни освоения компетенции

| | |
|-----------------------------|--|
| Пороговый (базовый) (зачёт) | <p><u>Знает</u> : метод и задачи моделирования, подходы к составлению математической модели.</p> <p><u>Умеет</u> : применить знания к решению вопросов моделирования химико-технологических процессов.</p> <p><u>Владеет</u> : полученными знаниями для осуществления расчетов, анализа полученных результатов и оптимизации химико-технологических процессов.</p> |
|-----------------------------|--|

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля

Вопросы для устного опроса

Тема 1 Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов.

1. Применение кибернетики в химической технологии.
2. Определение моделирования. Использование моделирования в химической технологии. Примеры.
3. Понятие модели. Классификация моделей. Примеры моделей.

Тема 2. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.

1. Метод математического моделирования.
2. Достоинства и недостатки метода математического моделирования.
3. Принципы построения моделей: детерминистический и эмпирический (статистический) подходы к объекту.
4. Полная математическая модель. Этапы составления математической модели.
5. Проверка адекватности моделей.

Тема 3. Построение детерминированных моделей химико-технологических процессов

1. Структурность модуля в структуре модели ХТС.
2. Топологический анализ структуры ХТС (использование теории графов). Построение топологических схем потоков переноса и превращений отдельных компонентов.
3. Представление структуры ХТС в виде таблиц.
4. Стехиометрическая модель технологической системы.
5. Математическая модель технологической системы. Уравнения материального и теплового балансов как основа математической модели.
6. Допустимые упрощения математической модели.
7. Уравнения материального баланса для аппаратов идеального смешения и вытеснения, работающих в стационарном и нестационарном режимах.

Тема 4. Экспериментально-статистические математические модели

Построение экспериментально-статистических моделей:

1. Полный факторный план (ПФП): составление матрицы планирования эксперимента, проверка ортогональности матрицы.
2. Факторы технологического процесса. Обоснование выбора факторов при планировании эксперимента
3. Требования, предъявляемые к факторам и параметрам при планировании эксперимента.
4. Понятие целевой функции.
5. Критерий оптимальности. Требования к критерию оптимальности.
6. Использование ортогонально центрального композиционного планирования при решении вопросов оптимизации технологического процесса.
7. Матрица ОЦКП, её свойства.
8. Симплекс планирование.

Практические задания для текущего контроля

ТЕМА 3

Задание 1 Составить структурную схему технологического процесса (по данным, предоставляемым преподавателем).

Задание 2 Для предлагаемой технологической схемы химико-технологического процесса составить матрицу смежности и список смежности.

Задание 3 Составить стехиометрическую модель технологического процесса (по данным, предоставляемым преподавателем).

ТЕМА 4

Задание 1 Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения двух серий опытов с тремя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 2 Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения трёх серий опытов с двумя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 3 Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования трёх факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 4 Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для ОЦКП при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 5 Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для симплекс планирования при условии использования двух факторов.

Задание 7 Записать алгоритм расчёта критерия Фишера для оценки адекватности полученного уравнения регрессии.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля Вопросы к зачёту.

1. Метод математического моделирования, применение.
2. Понятие объекта моделирования, модели.
3. Виды моделей. Математическая модель. Достоинства и недостатки. Полная математическая модель.
4. Этапы построения детерминированной модели.
5. Законы, лежащие в основе уравнений материального и энергетического балансов. Уравнение материального баланса.
6. Упрощения, допускаемые при составлении математической модели.
7. Понятие числа степеней свободы. Физической и математический смысл.
8. Оценка адекватности модели. Критерий Фишера.
9. Построение структурной модели процесса. Показать на примере электродиализной очистки промывной воды, содержащей ионы тяжелых металлов.
10. Стехиометрическая модель. Стехиометрическая модель в молекулярной форме. Свойства стехиометрической модели ХТС
11. Топологическая модель. Пример построения топологической модели химико-технологического процесса.
12. Использование метода наименьших квадратов при обработке экспериментальных данных.
13. Использование метода интерполяции и аппроксимации при обработке экспериментальных данных.
14. Параметры оптимизации технологического процесса. Требования, предъявляемые к выбору параметров оптимизации.
15. Факторы технологического процесса. Обоснование выбора факторов.

16. Выбор методов планирования эксперимента для решения конкретных задач.
17. Полный факторный план. Матрица планирования эксперимента. Использование при моделировании химико-технологических процессов.
18. Симплекс планирование. Матрица планирования эксперимента. Использование при моделировании химико-технологических процессов.
19. Ортогонально-центральное композиционное планирование. Матрица планирования эксперимента. Использование при моделировании химико-технологических процессов
20. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера. Применение. Расчёт
21. Определение дисперсии воспроизводимости экспериментальных результатов.

Практические задания для зачёта

Задание 1. Составить структурную схему технологического процесса (по данным, предоставляемым преподавателем).

Задание 2. Для предлагаемой технологической схемы химико-технологического процесса составить матрицу смежности и список смежности.

Задание 3. Приведите алгоритм расчета доверительного интервала.

Задание 4. Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения двух серий опытов с тремя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 5. Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения трёх серий опытов с двумя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 6. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования трёх факторов.

Задание 7. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 8. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для ОЦКП при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 9. Записать алгоритм расчёта критерия Фишера для оценки адекватности полученного уравнения регрессии.

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

Критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компетенции

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

| Шкала оценки | Оценка | Критерий выставления оценки |
|--------------------|------------|--|
| Двухбалльная шкала | Зачтено | Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала |
| | Не зачтено | Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировали недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов |

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|--|-------------|---|
| 1 | | Цель моделирования химико-технологических процессов | ОПК-6 | ИД-2 _{ОПК-6} . Способен освоить подходы и методики, позволяющие проводить моделирование химико-технологических процессов для решения задач профессиональной деятельности. |
| 2 | | И каких составляющих складывается полная математическая модель | ОПК-6 | |
| 3 | | Основные этапы при моделировании химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества. | ОПК-6 | |
| 4 | | Какой подход может быть использован для оценки точности получаемых экспериментальных данных ? | ОПК-6 | |
| 5 | | Если математическое описание объекта не содержит элементов случайности, то эта модель называется | ОПК-6 | |
| 6 | | Если при моделировании процесса получения продукции учитываются случайные факторы, то модели называются..... | ОПК-6 | |
| 7 | | Требования, предъявляемые к факторам, используемым при планировании эксперимента | ОПК-6 | |

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|---|-------------|--|
| 8 | | Перечислите критерии, используемые при обработке результатов планирования эксперимента | ОПК-6 | |
| 9 | | Дайте определение целевой функции задачи оптимизации | ОПК-6 | |
| 10 | | Охарактеризуйте активный и пассивный эксперименты | ОПК-6 | |
| 11 | | Требования, предъявляемые к параметру оптимизации при планировании эксперимента | ОПК-6 | |
| 12 | | Приведите примеры управляемых переменных при моделировании химико-технологического процесса | ОПК-6 | |
| 13 | | Какому основному требованию должен удовлетворять критерий оптимальности технологического процесса? Приведите пример. | ОПК-6 | |
| 14 | | Матрицы, используемые при составлении структурной модели химико-технологического процесса | ОПК-6 | |
| 15 | | Требования, предъявляемые к выбору факторов при моделировании технологического процесса методом планирования эксперимента | ОПК-6 | |
| 16 | 1 | При каком моделировании используется принцип аналогии 1. при математическом 2. при физическом | ОПК-6 | |

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|--|-------------|--|
| 17 | 2 | Условие математического моделирования: 1. подобие 2. аналогия 3. сходимость результатов | ОПК-6 | |
| 18 | 3 | Укажите условие ортогональности матрицы планирования эксперимента $1) \sum_{j=1}^N X_{ji} = 0$ $2) \sum_{j=1}^N X_{ji}^2 = N$ $3) \sum_{j=1}^N X_{jl} \cdot X_{jm} = 0$ | ОПК-6 | |
| 19 | 2 | Какая теория используется при анализе структуры сложных технологических систем при решении вопросов оптимизации 1. теория подобия 2. теория графов 3. аналогия | ОПК-6 | |
| 20 | 1 | Какие математические модели отражают закономерности процессов, протекающих в химико-технологической системе? 1. детерминированные 2. статистические | ОПК-6 | |
| 21 | 1, 3 | Целевая функция задачи оптимизации – это 1. количественная мера эффективности технологического процесса 2. фактор, эффективно влияющий на процесс 3. критерий оптимизации | ОПК-6 | |

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|--|-------------|--|
| 22 | 2 | <p>С помощью какого критерия можно оценить адекватность полученной математической модели?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. критерия Стьюдента 2. критерия Фишера 3. критерия Кохрена | ОПК-6 | |
| 23 | 3 | <p>Укажите критерий, позволяющий проверить адекватность полученной модели</p> $1) G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}$ $2) S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \bar{y}_j)^2$ $3) F_p = \frac{S_{ад.макс}^2(S_{у макс}^2)}{S_{у(мин)}^2(S_{ад.мин}^2)}$ | ОПК-6 | |
| 24 | 1 | <p>Укажите критерий, позволяющий проверить воспроизводимость экспериментальных результатов</p> $1) G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}$ $2) S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \bar{y}_j)^2$ $3) F_p = \frac{S_{ад.макс}^2(S_{у макс}^2)}{S_{у(мин)}^2(S_{ад.мин}^2)}$ | ОПК-6 | |

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|--|-------------|--|
| 25 | 2 | . Выберите способ планирования эксперимента, при котором в исходной матрице используется меньшее число опытов, например при числе факторов равном двум: 1. полный факторный план 2. симплекс планирование 3. ортогональное центральное композиционное планирование | ОПК-6 | |
| 26 | 1 | Выберите факторы, оказывающие наибольшее влияние на технологический процесс 1. регулируемые б) нерегулируемые в) неконтролируемые | ОПК-6 | |
| 27 | 1, 3, 4 | Требования, которым должен удовлетворять критерий оптимальности при моделировании химико-технологических процессов 1. должен быть единственным 2. должен быть многовариантным 3. должен быть количественным 4. должен изменяться монотонно 5. должен изменяться скачкообразно | ОПК-6 | |
| 28 | 2 | Пассивный эксперимент осуществляется 1. при проведении экспериментальной работы 2. при анализе литературных источников | ОПК-6 | |

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|------------------|---|-------------|--|
| 29 | 1, 2 | <p>Допущения, используемые при составлении математической модели химико-технологического процесса</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. изотермичность технологического процесса 2. рассмотрение процессов в аппаратах идеального смешения и вытеснения 3. исключение из рассмотрения побочных процессов | ОПК-6 | |
| 30 | 1, 2 | <p>Какие из перечисленных матриц относятся к матрицам стехиометрической модели</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. молекулярная модель 2. стехиометрическая модель 3. матрица смежности 4. список смежности | ОПК-6 | |