

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

М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания
композиционных материалов и покрытий»

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и
покрытий»

1. 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 и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» должна сформироваться компетенция: ОПК-4

Критерии определения сформированности компетенции ОПК-4 на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-4	Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-1_{опк-4} Способен использовать моделирование для оптимизации химико-технологического процесса при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	Знает: этапы реализации проектов, методы оптимизации химико-технологических процессов, задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядок проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, технические требования, предъявляемые к получаемым материалам.

	Умеет: оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев, применять аналитические и численные методы для решения задач, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также анализировать полученные результаты исследования. Владеет: способами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов получения продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности, решения поставленных задач обработки и анализа научно-технической информации, результатов исследования, оформления научно-технической информации и результатов исследования
Повышенный (хорошо)	Знает: в достаточной степени этапы реализации проектов, методы оптимизации химико-технологических процессов, задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, технические требования, предъявляемые к получаемым материалам. Умеет: в достаточной степени оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, экологических критериев, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также анализировать полученные результаты исследования. Владеет: в достаточной степени способами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности поставленных задач, обработки и анализа научно-технической информации, результатов исследования, оформления научно-технической информации и результатов исследования.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	Знает: частично этапы реализации проектов, методы оптимизации химико-технологических процессов, задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, технические требования, предъявляемые к получаемым материалам. Умеет:

	на минимально приемлемом уровне оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, экологических критериев, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также анализировать полученные результаты исследования. Владеет: на минимально приемлемом уровне способами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности поставленных задач, обработки и анализа научно-технической информации, результатов исследования, оформления научно-технической информации и результатов исследования.
--	--

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

1. Применение кибернетики в химической технологии.
2. Роль моделирования в совершенствовании и оптимизации процессов химической технологии.
3. Иерархия подсистем в химическом производстве. Обоснование выбора уровня подсистем при решении вопросов моделирования.
4. Классификация входов технологической системы. Контролируемые и неконтролируемые факторы
5. Модели Классификация моделей: дискриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые, имитационные. Примеры моделей.

Тема 2

1. Метод математического моделирования. Достоинства и недостатки метода.
2. Эмпирические и теоретические математические модели.
3. Постановка задачи моделирования. Этапы построения модели.
4. Понятие прогнозного, эпигнозного, оптимизационного моделирования.

5. Основные функции моделирования производства получения композиционных материалов и покрытий.

6. Роль тренажёрного моделирования при разработке оптимального решения создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

7. Роль прогнозного моделирования при разработке оптимального решения создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

8. Математические модели при разработке и совершенствовании процессов получения композиционных материалов и покрытий. Примеры моделей.

9. Методы отыскания оптимума:

- аналитические;
- численные или поисковые;
- методы при условии, что целевая функция невычислима.

10. Суть метода сканирования при отыскании оптимума.

11. Использование метода золотого сечения при отыскании оптимума.

Тема 3

1. Допущения, используемые при математическом описании технологического процесса.

2. Формализация задачи оптимизации технологического процесса.

3. Структурный анализ процесса получения композиционного материала, электроосаждения покрытия. Примеры.

4. Использование теории графов при проведении структурного анализа химико-технологической системы. Примеры

5. Составление стехиометрической модели рассматриваемых процессов. Примеры.

6. Молекулярная матрица химического состава вещества. Примеры.

7. Стехиометрическая матрица химической реакции. Примеры.

Тема 4

1. Целевая функция

2. Критерий оптимальности. Требования к критерию оптимальности.

3. Параметры оптимизации технологического процесса.
Требования, предъявляемые к выбору параметров оптимизации.
4. Факторы технологического процесса
5. Обоснование выбора факторов
6. Выбор методов планирования эксперимента для решения конкретных задач
7. Процедура отсеивания незначимых факторов Метод случайного баланса
8. Использование метода ранговой корреляции для выделения существенных факторов.
9. Применение полного факторного планирования эксперимента для изучения процессов получения композиционных материалов и покрытий.
10. Оптимизация технологических процессов с помощью метода ортогонального центрального композиционного планирования. (на примере исследования реологических свойств пластифицированных композиций и получения никелевого покрытия).
11. Оптимизация технологического процесса методом симплекс планирования.
12. Оптимизация технологического процесса методом крутого восхождения.
13. Ротатабельное 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 Приведите алгоритм расчета доверительного интервала.

Задание 4 Каким численным методом определения оптимума воспользуетесь, если требуется высокая точность расчёта? Например, точность до 0.0001 длины исходного интервала неопределённости.

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.

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

Задание 5 Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для ОЦКП при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 6 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.

Задание 8 Опираясь на экономические и экологические показатели, обосновать выбор метода планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Вопросы к экзамену

1. Моделирование – метод научного исследования, совершенствования и оптимизации химико-технологического процесса.
2. Виды моделирования. Классификация моделей. Их применимость для решения исследовательских и технологических задач.
3. Метод математического моделирования. Достоинства и недостатки метода.
4. Основные функции процесса моделирования производства получения композиционных материалов и покрытий.
5. Математическое моделирование как метод решения задач проектирования и оптимизации процессов получения композиционных материалов и покрытий.
6. Этапы составления математического описания объекта.
7. Структурный анализ химико-технологической системы. Использование теории графов.
8. Стехиометрический анализ химико-технологической системы.

9. Допущения, используемые при математическом описании технологических процессов.
10. Параметры оптимизации технологического процесса. Требования, предъявляемые к выбору параметров оптимизации.
11. Факторы технологического процесса. Обоснование выбора факторов.
12. Выбор методов планирования эксперимента для решения конкретных задач.
13. Процедура отсеивания незначимых факторов при оптимизации технологического процесса.
14. Использование планов первого порядка при моделировании технологического процесса.
15. Применение полного факторного планирования эксперимента для изучения процессов получения композиционных материалов и покрытий.
16. Оптимизация процесса с помощью построения нелинейных регрессионных моделей.
17. Использование метода ОЦКП для решения вопросов оптимизации технологических процессов.
18. Оптимизация процессов с помощью симплекс планов.
19. Метод крутого восхождения. Возможности. Недостатки.
20. Критерии оценки адекватности полученных уравнений регрессии.
21. Определение воспроизводимости экспериментальных результатов.
22. Доверительные интервалы. Расчёт.
23. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера. Применение. Расчёт
24. Аналитические способы моделирования.
25. Численные способы поиска оптимума при моделировании ХТС.
26. Метод золотого сечения. Использование при моделировании ХТС.
27. Оценивая экономическими и экологическими показателями, обосновать выбор метода планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса.
28. Оптимизация технологического процесса методом крутого восхождения.
29. Использование метода сканирования при поиске оптимума функции.
30. Прогнозное, эпигнозное, оптимизационное моделирование.

Практические задания для экзамена

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. Каким численным методом определения оптимума воспользуетесь, если требуется высокая точность расчёта? Например, точность до 0.0001 длины исходного интервала неопределённости.

Задание 5. 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 6. 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 7. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования трёх факторов.

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

Задание 9. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для ОЦКП при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 10. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для симплекс планирования при условии использования двух факторов.

Задание 11. Записать алгоритм расчёта критерия Фишера для оценки адекватности полученного уравнения регрессии.

Задание 12. Опираясь на экономическими и экологическими показателями, обосновать выбор метода планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса.

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

Критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компетенции

Конечными результатами освоения дисциплины являются сформированные «индикаторы достижения компетенции». Формирование «индикаторов достижения компетенции» происходит в течение всего семестра по этапам в рамках контактной работы, включающей различные виды занятий и самостоятельной работы, с применением различных форм и методов обучения.

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

- а) оценка «отлично» – компетенция сформирована на высоком уровне;
- б) оценка «хорошо» – компетенция сформирована на среднем уровне;
- в) оценка «удовлетворительно» – компетенция сформирована на базовом уровне;
- г) оценка «неудовлетворительно» – компетенция не сформирована.

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

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
100-процентная шкала	Отлично	85-100 %% правильных ответов
	Хорошо	65-84 %% правильных ответов
	Удовлетворительно	40-64 %% правильных ответов
	Неудовлетворительно	менее 40 % правильных ответов
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, полно и логически правильно выстраивает ответ, умело оперирует специальными терминами, использует в ответе дополнительный материал, тесно увязывает теорию с практикой. иллюстрирует теоретические положения практическим материалом, владеет навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

Компетенция:

ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1		Цель моделирования химико-технологических процессов	ОПК-4	ИД-1 опк-4 Способен использовать моделирование для оптимизации химико-технологического процесса при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты
2		Из каких составляющих складывается полная математическая модель при создании продукции с учётом требований качества, надёжности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	ОПК-4	
3		Перечислите основные этапы при моделировании химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества.	ОПК-4	
4		При моделировании используются прогнозные, эвристические и оптимизационные алгоритмы и программы. Поясните, что такое эвристическое и оптимизационное моделирование.	ОПК-4	
5		Тренажёрная модель, используемая на этапе оптимизации технологического процесса, позволяет установить	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
6		Если математическое описание объекта не содержит элементов случайности, то эта модель называется	ОПК-4	
7		Если при моделировании процесса получения продукции учитываются случайные факторы, то модели называются.....	ОПК-4	
8		При использовании статистических методов моделирования химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества, надёжности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты, в каком виде получается математическая модель	ОПК-4	
9		Методы отыскания оптимума при решении задач получения продукции требуемого качества, надёжности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	ОПК-4	
10		Что представляет собой математическая модель при оптимизации технологического процесса	ОПК-4	
11		Какие методы поиска оптимального решения при создании продукции требуемого качества применяются, если функция задана не формулой?	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
12		Приведите примеры численных методов отыскания оптимума при моделировании химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества, надёжности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	ОПК-4	
13		В чём состоит суть численного метода моделирования под названием «Метод золотого сечения»	ОПК-4	
14		Понятие критерия оптимальности. Примеры критерия оптимальности при моделировании химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества, надёжности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4	
15		Какой подход может быть использован для оценки точности получаемых экспериментальных данных ?	ОПК-4	
16		Какие задачи решает экспериментатор, приступая к планированию эксперимента при решении поставленной задачи?	ОПК-4	
17		На что опирается исследователь при выборе факторов и интервалов варьирования факторов, приступая к планированию эксперимента?	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
18		Требования, предъявляемые к факторам, используемым при планировании эксперимента	ОПК-4	
19		Назовите 2-3 способа планирования эксперимента, позволяющих решать вопросы оптимизации химико-технологических процессов, предусматривая безопасность жизнедеятельности, снижая экономические затраты.	ОПК-4	
20		Перечислите критерии, используемые при обработке результатов планирования эксперимента	ОПК-4	
21		Дайте определение целевой функции задачи оптимизации	ОПК-4	
22		С целью уменьшения материальных затрат, повышения безопасности жизнедеятельности, какому из численных методов отыскания оптимума Вы отдадите предпочтение?	ОПК-4	
23		Охарактеризуйте активный и пассивный эксперименты	ОПК-4	
24		Перечислите основные требования к параметру оптимизации	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
25		Требования, предъявляемые к параметру оптимизации при планировании эксперимента	ОПК-4	
26	1	При каком моделировании используется принцип аналогии 1. при математическом 2. при физическом	ОПК-4	
27	1	Выберите факторы, оказывающие наибольшее влияние на технологический процесс 1. регулируемые б) нерегулируемые в) неконтролируемые	ОПК-4	
28	2	Условие математического моделирования: 1. подобие 2. аналогия 3. сходимость результатов	ОПК-4	
29	1	Какие модели получают в результате статистической обработки экспериментальных данных: 1. эмпирические 2. аналитические 3. теоретические	ОПК-4	
30	1,3, 4	Выберите основные этапы разработки алгоритма и программы для компьютера и укажите их последовательность: 1. прогнозное моделирование 2. статистическое моделирование 3. эпигнозное моделирование 4. оптимизационное моделирование	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
31	1, 3, 4	Требования, которым должен удовлетворять критерий оптимальности при моделировании химико-технологических процессов получения продукции требуемого качества 1. должен быть единственным 2. должен быть многовариантным 3. должен быть количественным 4. должен изменяться монотонно 5. должен изменяться скачкообразно	ОПК-4	
32	4	Ограничения при решении вопросов оптимизации. Выберите наиболее часто используемое ограничение при решении задач оптимизации 1. $f=a$ 2. $f > a$ 3. $f < a$ 4. $a < f < b$	ОПК-4	
33	1	Что необходимо знать при использовании численного метода отыскания оптимума изучаемого процесса: 1. должен быть известен алгоритм решения 2. можно продифференцировать целевую функцию 3. нельзя продифференцировать целевую функцию	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
34	2, 3	В каких случаях применяются численные (поисковые) методы при решении задач оптимизации: 1. целевая функция носит непрерывный характер 2. целевая функция носит дискретный характер 3. функция задана не формулой, а алгоритмом вычисления	ОПК-4	
35	1	При требовании высокой точности расчётов при решении задач оптимизации, каким из предлагаемых методов воспользуетесь? 1. метод золотого сечения 2. метод сканирования 3. оптимизация перебором	ОПК-4	
36	3	. Выберите способ планирования эксперимента, при котором в исходной матрице используется меньшее число опытов, например при числе факторов равном двум: 1. полный факторный план 2. дробный факторный план 3. симплекс планирование 4. ортогональное центральное композиционное планирование	ОПК-4	
37	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-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
38	2	Какое число опытов будет использовано в исходной матрице симплекс планирования при числе факторов равном трём? 1) 3 2) 4 3) 5	ОПК-4	
39	3	. Какое число опытов будет использовано в исходной матрице при ортогональном центральном композиционном планировании при числе факторов равном трём? 1. 4 2. 8 3. 15	ОПК-4	
40	2	Какая теория используется при анализе структуры сложных технологических систем при решении вопросов оптимизации 1. теория подобия 2. теория графов 3. аналогия	ОПК-4	
41	1	. Какие математические модели отражают закономерности процессов, протекающих в химико-технологической системе? 1. детерминированные 2. статистические	ОПК-4	
42	1, 3	Целевая функция задачи оптимизации – это 1. количественная мера эффективности технологического процесса 2. фактор, эффективно влияющий на процесс 3. критерий оптимизации	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
43	2	С помощью какого критерия можно оценить адекватность полученной математической модели? 1. критерия Стьюдента 2. критерия Фишера 3. критерия Кохрена	ОПК-4	
44	3	Укажите критерий, позволяющий проверить адекватность полученной модели $1) G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}$ $2) S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \bar{y}_{j\cdot})^2$ $3) F_p = \frac{S_{ад, max}^2 (S_{y max}^2)}{S_{y(min)}^2 (S_{ад, min}^2)}$	ОПК-4	
45	3	С помощью какого критерия определяется воспроизводимость экспериментальных результатов? 1. критерия Стьюдента 2. критерия Фишера 3. критерия Кохрена	ОПК-4	
46	1	Укажите критерий, позволяющий проверить воспроизводимость экспериментальных результатов $1) G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}$ $2) S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \bar{y}_{j\cdot})^2$ $3) F_p = \frac{S_{ад, max}^2 (S_{y max}^2)}{S_{y(min)}^2 (S_{ад, min}^2)}$	ОПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
47	2	При каком из предлагаемых численных методов моделирования может быть получена большая точность расчётов при решении вопросов оптимизации 1. метод сканирования 2. метод золотого сечения 3. метод полного факторного планирования	ОПК-4	
48	2	Пассивный эксперимент осуществляется 1. при проведении экспериментальной работы 2. при анализе литературных источников	ОПК-4	
49	3, 4, 5	Оптимизация химико-технологического процесса при получении продукции заданного качества может осуществляться применением 1. полного факторного плана 2. дробного факторного плана 3. ортогонального центрального композиционного планирования 4. методом крутого восхождения 5. симплекс планированием	ОПК-4	
50	1, 2, 3, 4	Ограничения при решении вопросов оптимизации 1. по количеству и качеству сырья 2. по условиям технологического процесса 3. по экономическим возможностям 4. по вопросам охраны труда и окружающей среды 5. по неквалифицированному анализу изучаемого процесса	ОПК-4	