

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экс./зачет)
7	4 / 144	18		36	54	Экзамен (36 ч.)
Итого	4 / 144	18		36	54	Экзамен (36 ч.)

Владимир 20 15

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс имеет целью сформировать основы технологического мышления, раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и химической технологии, подготовить выпускников к активной творческой работе по созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем.

Задачи дисциплины.

Курс химической технологии должен обеспечить понимание выпускником университета многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий, предоставить ему знания и навыки, необходимые для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов, а также экспертизы технологических решений на основе универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов природы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Важную функцию в изучении предмета химической технологии, помимо лекционного курса, несут лабораторные занятия. Лабораторный практикум признан дать студентам конкретные знания об “инструментарии” химической технологии. Путем выполнения экспериментальных работ на модельных установках студенты изучают основные закономерности классических технологических процессов и приобретают навыки использования базовых математических моделей процессов при интерпретации экспериментальных данных. Кроме того на лабораторных занятиях целесообразно вынести ключевые для экспертизы технологических решений вопросы составления и анализа материальных и энергетических балансов, а также наиболее сложные в теоретическом отношении вопросы построения математических моделей.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- теоретические основы химико-технологических процессов (ПК-9);
- иметь общее представление о структуре химико-технологических систем (ПК-10);
- типовые химико-технологические процессы производства (ПК-10);
- понимать взаимодействие химического производства с окружающей средой (ПК-10).

2) Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса (ПК-9);
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта (ПК-10);
- оценивать технологическую эффективность производства (ПК-9).

3) Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств (ПК-9);
- методами расчета параметров технологического процесса (ПК-10);
- методами измерения входных и выходных параметров сырья, готовой продукции (ПК-10).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- владение навыками расчета основных технических показателей технологического процесса (ПК-9);
- способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению (ПК-10).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Химическая технология как предмет изучения	7	1	2		4		8		2/33	
2	Химическое производство, химико-технологические процесс и система	7	2-3	4				6		4/100	Рейтинг - контроль № 1.
3	Моделирование ХТП	7	4	2				2		2/100	
4	Материальные расчеты	7	5	2		8		4		2/20	
5	Энергия и эксергия в химико-технологических процессах	7	6	2				4		2/100	Рейтинг-контроль № 2.
6	Пути повышения эффективности использования сырья.	7	7	2				4		2/100	
7	Химическая технология и материаловедение	7	8	2		24		20		2/8	
9	Технико-экономические показатели химических производств	7	9	2				4		2/100	Рейтинг-контроль № 3
	Экзамен										36
Всего		4		18		36		54		18/33	

4.1. Теоретический курс

Тема 1. Химическая технология как предмет изучения

Лекция 1. Введение. Понятие химической технологии. Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Тенденции развития техносферы и значение проблем ресурсо- и энергосбережения. Сырьевая и энергетическая базы химических производств.

Тема 2. Химическое производство, химико-технологические процесс и система

Лекция 2, 3. Иерархическая структура химического производства. Основные этапы создания химико-технологических систем. Структура ХТС. Использование методов системного подхода при разработке химико-технологических систем (ХТС). Понятие системы, подсистемы и элемента. Этапы создания ХТС.

Тема 3. Моделирование химико-технологических процессов (ХТП).

Лекция 4. Классификация моделей химико-технологических систем. Качественные модели. Подробное рассмотрение операционно-описательной схемы и иконографических схем: функциональной, структурной, операционной и технологической. примеры. Математическое моделирование ХТП. Роль математического моделирования в решении задач проектирования и эксплуатации ХТС.

Тема 4. Материальные расчеты.

Лекция 5. Технологические расчеты ХТП. Определение и формулы степени превращения, выхода продукта, селективности. Интегральные уравнения баланса материальных потоков в технологических системах. Показатели расхода различных видов сырья.

Тема 5. Энергия и эксергия в химико-технологических процессах

Лекция 6. Интегральные уравнения баланса потоков энергии. Термодинамическая неравноценность различных форм энергии. Эксергия как мера потенциальной работоспособности системы. Уравнение баланса эксергии.

Тема 6. Пути повышения эффективности использования сырья.

Лекция 7. Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов. Комплексное использование сырья. Энерготехнологические схемы и их сущность.

Тема 7. Химическая технология и материаловедение.

Лекция 8. Материалы как важная категория продуктов химической технологии. Классификация материалов по составу, свойствам и функциональному назначению. Пластические массы, керамика, стекло. Функциональные материалы в химической технологии.

Тема 8. Техничко-экономические показатели химических производств.

Лекция 9. Показатели эффективности химических производств: технические (производительность, расходный коэффициент, выход продукта, интенсивность процесса, удельные капитальные затраты, качество продукции), экономические (себестоимость, производительность труда), эксплуатационные (надежность, безопасность, чувствительность, управляемость и регулируемость), социальные (безвредность обслуживания, степень автоматизации и механизации, экологическая безопасность). Структура затрат на НИОКР.

4.2. Перечень тем лабораторных занятий

Лабораторное занятие 1. Инструктаж по ТБ. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины. Расчет расходных коэффициентов. (4 часа). Выдача задания на выполнение самостоятельной работы.

Лабораторное занятие 2. Составление материальных балансов (4 часа). Выдача задания на выполнение самостоятельной работы.

Лабораторное занятие 3. Выполнение лабораторных работ №№ 1-3: "Электролитическое получение гидроксида натрия и хлора", "Приготовление и испытание пленкообразующих веществ", "Получение мыла". Рейтинг-контроль № 1. Защита работ (4 часа).

Лабораторное занятие 4. Выполнение лабораторной работы №№ 1-3. Защита работ (4 часа).

Лабораторное занятие 5. Выполнение лабораторной работы №№ 1-3. Защита работ (4 часа).

Лабораторное занятие 6. Защита лабораторных работ. Рейтинг-контроль № 2 (4 часа).

Лабораторное занятие 7. Выполнение лабораторной работы № 4 "Получение стекла". Защита работы (4 часа).

Лабораторное занятие 8. Составление энергетических балансов (4 часа).

Лабораторное занятие 9. Итоговый рейтинг-контроль знаний студентов № 3. Допуск к экзамену (4 часа).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Химическая технология» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- публичная защита рефератов;
- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;
- лабораторные исследования с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Химическая технология»

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы экзаменационного билета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

Таблица

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
≥ 91	отлично
75-90	хорошо
60-74	удовлетворительно
<60	неудовлетворительно

6.2. Вопросы к рейтинг-контролю.

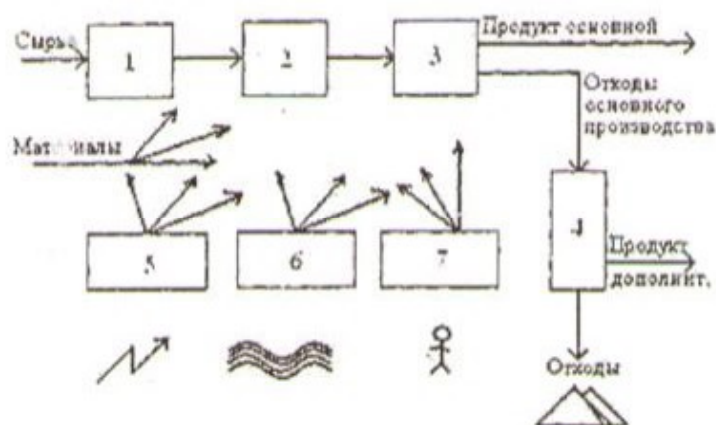
Пример тестов к рейтинг-контролю № 1.

- вспомогательными материалами
 - некондиционными продуктами
10. Химические вещества, поступающие на переработку, называются:
- расходными материалами
 - сырьем
 - исходными материалами
 - все перечисленное

11. Основные химические вещества, получаемые в результате переработки сырья и предназначенные для потребления, называются:

- продуктами
- полупродуктами
- синтезируемыми веществами
- продуктами реакции

12. Установите соответствие функционального элемента с его обозначением (номером) в структуре химического производства.



а) выделение продукта; б) санитарная очистка и утилизация отходов; в) подготовка сырья; г) водоподготовка; д) химическая переработка сырья; е) энергетическая система; ж) система управления.

- 1-ж, 2-д, 3-а., 4-б, 5-е, 6-г, 7-в
- 1-в, 2-е, 3-а., 4-б, 5-д, 6-г, 7-ж
- 1-в, 2-д, 3-а., 4-б, 5-е, 6-г, 7-ж.

Тесты к рейтинг-контролю № 2

1. Что такое моделирование и модель процесса? Их назначение.
2. Представьте классификацию моделей ХТП.
3. Представьте виды моделирования. В чем их различие?
4. Почему для исследования химических процессов и реакторов необходимо использовать математическое моделирование?
5. Представьте последовательность исследования при использовании метода математического моделирования.
6. Что собой представляют операционно-описательные модели?
7. Что такое иконно-графические модели? Что входит в их состав?
8. Дать понятие технологической и функциональной схем. В чем их различие. Привести примеры.
9. Основные технологические операторы. Операторная схема. Пример.
10. Символическая и иконографическая математические модели.

1. Естественная прикладная наука о способах и процессах производства промышленных химических продуктов - это:

- органическая химия
- химическая технология
- физическая химия
- неорганическая химия.

2. Объектом химической технологии являются:

- методы химической технологии
- химическое производство
- металлургия
- химические процессы.

3. Производство продуктов на основе процессов, происходящих в живой клетке относится к:

- технологии основного органического синтеза
- высокомолекулярной технологии
- биотехнологии
- производству органических препаратов

4. Производство органических реактивов, препаратов и лекарственных веществ относится к:

- то, кому органическому синтезу
- биотехнологии
- основному органическому синтезу
- нефтехимическому синтезу.

5. Глобальными проблемами человечества, которые решает химическая технология являются:

- продовольствие
- экология
- защита животного и растительного мира .

6. Общая структура химического производства включает в себя подготовку и переработку сырья, выделение продукта, утилизацию отходов, подготовку вспомогательных материалов, водоподготовку, энергетическую систему и систему управления, которые называются:

- функциональными частями
- составными частями производства
- составляющими производства
- стадиями производства

7. Сырье, вспомогательные материалы, продукты, отходы производства, энергоносители классифицируются как:

- переменные компоненты производства
- постоянные компоненты производства
- компоненты производства
- все перечисленное.

8. Строительные конструкции, аппаратуру, устройства контроля и управления, обслуживающий персонал относят к:

- переменным компонентам производства
- основным компонентам производства
- постоянным компонентам производства
- все перечисленное

9. Вещества и материалы, не подлежащие дальнейшей переработке и направляемые на утилизацию называют:

- отходами производства
- полупродуктами

11. Формула и понятие степени превращения.
12. Каким образом определяется степень превращения если в реакции участвуют несколько компонентов?
13. Дать понятие и формулу для равновесной степени превращения.
14. Дайте определение и формулу расчета выхода продукта.
15. Дайте определение и формулу расчета селективности процесса.
16. Для какого типа реакций используют понятие селективность?
17. Как рассчитать выход продукта по степени превращения и селективности?
18. Напишите общее уравнение материального баланса и поясните его составляющие.
19. Каким образом ведут расчет расходных коэффициентов при составлении материальных балансов?
20. Напишите уравнение теплового баланса и объясните его.
21. Виды тепловой энергии.
22. Технологические характеристики топлива.
23. Термодинамические расчеты в условиях равновесия.
24. Расчет константы равновесия.
25. Вычислите величины K_G , K_N и K_n для равновесной реакции

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 \leftrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2,$$
 если при температуре 580 °С найдена $K_p = 0,20$, общее давление $P = 0,005$ МПа.
26. Зависимость константы равновесия от температуры.
27. Понятие эксергии. Ее сущность.
28. Расчет эксергии. Эксергетический баланс.
29. Объясните различие терминов "потери энергии" и "потери эксергии".

Тесты к рейтинг-контролю № 3.

1. Комплексное использование сырья и пути повышения эффективности его использования.
2. Предложите пример эффективного использования сырьевых и энергетических ресурсов.
3. Понятие энерготехнологической установки. Приведите пример энерготехнологической установки.
4. Дайте понятия энерготехнологии и ее направлений.
5. Энерготехнологические схемы использования природного газа.
6. Классификация материалов химической промышленности.
7. Главная проблема химического материаловедения - воспроизводимость свойств материалов.
8. Понятие полимеров. Классификация полимеров по составу цепи макромолекул.
9. Классификация полимеров по структуре макромолекул.
10. Классификация полимеров по методам получения и по отношению к нагреванию.
11. Понятие стекла. Классификация стекла.
12. Понятия керамики и огнеупоров. Их классификация.
13. Функциональные материалы для полимерных композиций.
14. Функциональные материалы для производства стеклоизделий.
15. Функциональные материалы для производства керамики.
16. Приведите состав технических показателей эффективности химического производства.
17. Приведите состав экономических показателей эффективности химического производства.
18. Приведите состав эксплуатационных показателей эффективности химического производства.

19. Приведите состав социальных показателей эффективности химического производства.

20. Структура затрат на НИОКР

6.3. Пример задания к выполнению лабораторной работы и вопросов к защите

Лабораторная работа "Электролитическое получение хлора и КОН"

Задание

1. Изучить теоретические основы данной работы, ознакомиться с конструкцией установки и методикой проведения эксперимента.

2. Получить у преподавателя допуск к работе и задание на проведение лабораторной работы.

3. В соответствии с заданием провести эксперимент по получению электролитическим методом хлора и гидроксида калия.

4. Провести анализ католита. Рассчитать выход продукта по току.

5. Составить материальный баланс по иону калия.

6. Составить отчет о работе.

Контрольные вопросы к защите работы

1. Что такое электролиз и для чего его применяют?

2. Сущность электролиза водных растворов.

3. Законы Фарадея.

4. Расскажите о процессе электролиза хлорида калия и хлорида натрия.

5. Влияет ли концентрация исходного раствора на выход готовых продуктов и каким образом?

6. Каким образом влияют силовые характеристики тока на выход готового продукта?

7. Объясните конструкцию и принцип работы модельной установки электролиза.

8. Каким образом ведут расчет количества компонентов, образовавшихся в результате электролиза раствора.

9. Опишите принцип составления материального баланса.

6.4. Темы для самостоятельного изучения

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, доступом к электронным библиотечным фондам (ЭБС «Лань», «Консультант Студента» и др.)

При решении задач на занятиях и самостоятельно предусмотрены многовариантные условия задачи, что дает возможность студенту подойти индивидуально к решению поставленных задач.

1. Понятие химической технологии. Роль химической технологии для различных сфер материального производства.
2. Тенденции развития химической технологии, значение проблем ресурсо- и энергосбережения.
3. Сырьевая и энергетическая базы химических производств.
4. Иерархическая структура химического производства.
5. Химико-технологическая система. Признаки ХТС.
6. Проектирование ХТС.
7. Этапы создания ХТС. Использование методов системного подхода при разработке ХТС.
8. Классификация моделей ХТС.
9. Качественные модели ХТС.
10. Математические модели ХТС.
11. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.
12. Материальный баланс технологического процесса. Расходные сырьевые коэффициенты.
13. Классификация тепловых процессов. Технологические характеристики топлива. Тепловой баланс.
14. Понятие эксергии. Эксергетический баланс.
15. Комплексное использование сырья и пути повышения эффективности его использования.
16. Энерготехнология. Направления в энерготехнологии. Энерготехнологические схемы.
17. Классификация материалов химической промышленности. Воспроизводимость свойств материалов – главная проблема химического материаловедения.
18. Классификация полимеров и функциональных материалов для получения пластических масс.
19. Классификация стекла и функциональных материалов для получения стеклоизделий.
20. Основные группы сырья для производства керамики.
21. Технико-экономические показатели химического производства.
22. Структура затрат на НИОКР.

6.5. Темы рефератов

1. Производство этилцеллюлозы
2. Производство полиэтилентерефталата
3. Получение поливинилового спирта
4. Производство полистирола непрерывной водоземulsionной полимеризацией
5. Производство полиэтилена непрерывным методом при высоком давлении

6. Производство этилового спирта из пищевого сырья
7. Производство уксусной кислоты из спирта
8. Производство белково-витаминного концентрата
9. Производство высших жирных кислот
10. Производство изопрена
11. Производство капронового волокна непрерывным способом
12. Мокрый способ получения портландцемента
13. Производство глиняного кирпича полусухим прессованием
14. Производство керамзита по пластическому способу
15. Производство силикатного кирпича по гидратной схеме
16. Производство гипса совмещенным помолом и обжигом

6.6. Вопросы к экзамену.

1. Понятие химической технологии. Роль химической технологии для различных сфер материального производства.
2. Тенденции развития химической технологии, значение проблем ресурсо- и энергосбережения.
3. Сырьевая и энергетическая базы химических производств.
4. Иерархическая структура химического производства.
5. Химико-технологическая система. Признаки ХТС.
6. Проектирование ХТС.
7. Этапы создания ХТС. Использование методов системного подхода при разработке ХТС.
8. Классификация моделей ХТС.
9. Качественные модели ХТС.
10. Математические модели ХТС.
11. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.
12. Материальный баланс технологического процесса. Расходные сырьевые коэффициенты.
13. Классификация тепловых процессов. Технологические характеристики топлива. Тепловой баланс.
14. Понятие эксергии. Эксергетический баланс.
15. Комплексное использование сырья и пути повышения эффективности его использования.
16. Энерготехнология. Направления в энерготехнологии. Энерготехнологические схемы.
17. Классификация материалов химической промышленности. Воспроизводимость свойств материалов – главная проблема химического материаловедения.
18. Классификация полимеров и функциональных материалов для получения пластических масс.

19. Классификация стекла и функциональных материалов для получения стеклоизделий.
20. Основные группы сырья для производства керамики.
21. Техничко-экономические показатели химического производства.
22. Структура затрат на НИОКР.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Христофорова И.А. Общая химическая технология. Химико-технологические расчеты в процессах электролиза, синтеза материалов и химических реакторах: учеб. Пособие / И.А. Христофорова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. - 51 с. 72 экз. Электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2745/1/00273.pdf>.

2. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>.

3. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: общий курс/ В.Г. Айнштейн [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 1759 с. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/26127>.

б) дополнительная литература

1. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие для вузов по направлениям и специальностям в области химической технологии / В. А. Аверьянов [и др.] ; под ред. В. С. Бескова .— Москва : Бинном. Лаборатория знаний, 2010 .— 279 с. 10 экз. в библиотеке ВлГУ.

2. Химическая кинетика. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Е. Занков - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215181.html>.

3. Технология простого суперфосфата [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Водопьянова, Р.Е. Фомина, О.Ю. Хацринова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212197.html>.

4. Общая технология силикатов: Учебник / Л.М. Сулименко. - М.: НИЦ ИНФРА-И, 2015. - 336 с. ЭБС «Znanium» <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=456111>.

5. Романовский, Б.В. Основы катализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.В. Романовский.— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. ЭБС «Znanium» <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539570>.

в) периодические издания:

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

г) интернет-ресурсы:

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- электронные библиотечные системы «Лань», ЭБС «Znanium», Студенческая электронная библиотека «Консультант студента», ЭБС «IPRbooks» и др. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) лаборатория для проведения лабораторных занятий (ауд. 430-1).