

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158100	Каталитические процессы

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химическая технология материалов электроники, сенсорной аналитики и неорганических веществ 2. Электрохимический синтез материалов и защита от коррозии	Код ОП 1. 18.04.01/33.04 2. 18.04.01/33.05
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Миролюбов Виталий Романович	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
2	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, доцент	Преподаватель	Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Каталитические процессы

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Каталитические процессы» направлен на изучение студентами особенностей проведения реакций неорганического синтеза и исследования продуктов неорганического синтеза различными методами. В состав модуля входят две дисциплины «Методы исследования свойств материалов» и «Теоретические основы неорганического синтеза и катализа». Дисциплина «Теоретические основы неорганического синтеза и катализа» посвящена изложению теоретических основ гетерогенных каталитических процессов и основ технологии современных промышленных катализаторов. В дисциплине «Методы исследования свойств материалов» проводится обобщение представлений о современных физических и физико-химических методах в аналитической химии, которым традиционно уделяется мало внимания в общем курсе аналитической химии. Рассматриваются теоретические методы исследования термодинамики химических процессов. Проводится ознакомление с методами моделирования электронной структуры, а также динамических процессов с помощью методов молекулярной динамики и Монте-Карло. Перед рассмотрением экспериментальных методов излагаются основы статистического планирования эксперимента. Раздел экспериментальных методов исследования разделен по группам методик: масс-спектрометрические методики, термический анализ, методы аттестации микроструктуры порошкообразных и пористых материалов, методы зондовой микроскопии. Существенное внимание уделено оптическим методам исследования. В этот раздел дисциплины входят методы, которые условно разделены по спектральному диапазону используемого излучения: методы видимого, УФ- и ИК-диапазонов, радио- и СВЧ-диапазона, рентгеновского диапазона, включая электроны и нейтроны, а также гамма-диапазон.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Методы исследования свойств материалов	3
2	Теоретические основы неорганического синтеза и катализа	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Специальные разделы термодинамики и кинетики физико-химических систем2. Современные подходы к решению научных и технологических задач3. Физическая химия гетерогенных процессов4. Инструментальные методы исследования и анализа
----------------------------	--

Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проектно-исследовательская работа и разработки 2. Проектный практикум-А «Исследование физико-химических закономерностей получения функциональных материалов электронной техники» 3. Проектный интенсив-В «Проектирование и разработка устройств тонкопленочной нанoeлектроники» 4. Теоретические основы анализа природных и технических систем 5. Проектный практикум-А «Методическое обеспечение анализа» 6. Проектный интенсив- В «Инструментальный анализ реальных веществ» 7. Тонкопленочные технологии и изделия 8. Диагностика и исследование дисперсных систем 9. Основные подходы к анализу биохимических объектов 10. Приборное и метрологическое обеспечение инструментальных методов исследований
---	--

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Методы исследования свойств материалов	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и	З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные

	<p>постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
<p>Теоретические основы неорганического синтеза и катализа</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы исследования свойств материалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, доцент	Преподавате ль	Институт высокотемператур ной электрохимии УрО РАН

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Теория планирования эксперимента	Введение. Классификация физических методов исследования. Методы оценки погрешности эксперимента. Введение в теорию планирования эксперимента.
2	Теоретические методы исследования	Методы расчета равновесия в термодинамических системах. Основы теоретических методов исследования: метод Монте-Карло, метод молекулярной динамики, метод функционала плотности.
3	Методы термического анализа	Метод термогравиметрического анализа, калори-метрии, синхронного термического анализа. Метод дилатометрии и термомеханического анализа; методы термо-оптического анализа и анализа продуктов разложения.
4	Масс-спектрометрия	Общие принципы масс-спектрометрических методов. Способы ввода и ионизации пробы, виды масс-фильтров и детекторов ионов. Времяпролетные, квадрупольные масс-спектрометры, масс-спектрометры с магнитным сепаратором, ион-циклотронного резонанса. Метод хромато-масс-спектрометрии. Масс-спектрометрия с лазерной абляцией, термо-, фото- и электроспрей ионизацией, MALDI. Масс-спектрометрия с индуктивно связан-ной плазмой. Вторичная ионная масс-спектрометрия. Тандемная масс-спектрометрия.
5	Методы исследования микроструктуры дисперсных материалов и поверхности функциональных материалов	Микроструктура функциональных электрохимических материалов. Адсорбционные методы исследования поверхности (метод БЭТ, Липпенса и де Бура, газовой и жидкостной адсорбции). Методы лазерного светорассеяния, ситового анализа, седиментационный метод. Классификаторы

		частиц по размерам. Метод ртутной порометрии. Методы рентгеновской микротомографии. Методы профилометрии. Методы зондовой микроскопии (туннельная, атомно-силовая, магнитно-силовая микроскопия).
6	Дифракционные методы исследования	Дифракционные методы исследования структуры. Метод Лауэ. Метод рентгеновской порошковой дифракции. Метод скользящего пучка. Использование излучения синхротрона для анализа структуры твердых тел. Метод нейтронографии и электронной дифракции. Рентгенофазовый анализ. Рентгено-структурный анализ. Метод полнопрофильного анализа Ритвелда. Применение дифракционных методов для анализа наноматериалов. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов.
7	Методы электронной микроскопии	Растровая электронная микроскопия. Виды детекторов (вторичных, обратно рассеянных электронов), метод энерго- и волнодисперсионного микроанализа, метод дифракции обратно рассеянных электронов, метод катодолюминесценции. Просвечивающая электронная микроскопия. Методы, основанные на амплитудном и фазовом контрасте. Светлопольные и темнопольные изображения. Сканирующая просвечивающая микроскопия высокого разрешения (STEM, HRTEM, HAADF, EL-NES).
8	Спектральные методы исследования	Спектральные методы в оптическом диапазоне (атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные методы, спектроскопия тлеющего разряда). Методы ИК и КР-спектроскопии, Манделъштам-Бриллюэновская спектроскопия, спектроскопия терагерцового излучения, рентгеноспектральные методы исследования. УФ спектроскопия и спектроскопия видимого диапазона, люминесцентные методы. Методы анализа тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения (EXAFS, XANES). Метод рентгенофотоэлектронной спектроскопии и Оже-спектроскопии. Метод спектроскопии характеристических потерь энергии электронов.
9	Резонансные методы исследования. Методы исследования с использованием ионных пучков	Магниторезонансные методы исследования (электронный парамагнитный резонанс, ядерный магнитный резонанс, ядерный квадрупольный резонанс). Гамма-резонансная спектроскопия, мёссбауэровская спектроскопия. Спектроскопия аннигиляции позитронов. Спектроскопия резерфордовского рассеяния. Спектроскопия рассеяния ионов малой энергии. Методы ионного травления, FIB-SEM.
10	Кинетические методы исследования. Методы исследования быстрых процессов	Релаксационные методы (методы скачка температуры, давления, концентрации). Изотопные методы исследования кинетики массопереноса. Электрохимические методы исследования кинетики. Импульсные методы (фотолиз, радиолиз). Метод накачки-зондирования для исследования динамики химических процессов.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования свойств материалов

Электронные ресурсы (издания)

1. Луков, В. В.; Физические методы исследования в химии : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону; 2016; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (Электронное издание)
2. ; Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе; Прометей, Москва; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Вилков, Л. В., Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : Учеб. для хим. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1989 (7 экз.)
2. Вилков, Л. В., Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1987 (11 экз.)
3. Жарский, И. М., Новиков, Г. И.; Физические методы исследования в неорганической химии : учебное пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (21 экз.)
4. Пентин, Ю. А., Вилков, Л. В.; Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия".; Мир : АСТ, Москва; 2003 (25 экз.)
5. , Глубоков, Ю. М., Головачева, В. А., Дворкин, В. И., Ефимова, Ю. А., Ищенко, А. А.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям : в 2 т. Т. 1. ; Академия, Москва; 2010 (5 экз.)
6. , Алов, Н. В., Василенко, И. А., Гольдштрах, М. А., Грибов, Л. А., Ищенко, А. А.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям : в 2 т. Т.2. ; Академия, Москва; 2010 (5 экз.)
7. Сидняев, Н. И.; Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Приклад. математика".; Юрайт, Москва; 2011 (6 экз.)
8. Сидняев, Н. И.; Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Приклад. математика".; Юрайт, Москва; 2011 (6 экз.)
9. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2000 (5 экз.)
10. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа; Высшая школа, Москва; 2000 (5 экз.)

11. Гюнтер, Х.; Введение в курс спектроскопии ЯМР.; Мир, Москва; 1984 (6 экз.)
12. Шаскольская, М. П.; Кристаллография : учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1984 (13 экз.)
13. Фридрихов, С. А.; Физические основы электронной техники : учеб. для вузов по специальности "Электрон. приборы"; Высшая школа, Москва; 1982 (10 экз.)
14. Брандон, Д., Каплан, У., Баженов, С. Л., Егорова, О. В.; Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Прикладные математика и физика"; Техносфера, Москва; 2004 (43 экз.)
15. Ананьев, М. В., Зайков, Ю. П.; Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе магистратуры по направлению подготовки 240100 "Химическая технология"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate

<http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке

<https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press

<http://elibrary.ru> - универсальная БД

<http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков

<http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

<http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД

<http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

Ананьев М. В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе магистратуры по направлению подготовки 240100 "Химическая технология" / М. В. Ананьев ; [науч. ред. Ю. П. Зайков] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина.— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015.— 76 с. : ил. — Библиогр.: с. 61-62 (27 назв.).— ISBN 978-5-7996-1468-3. ссылка на работу <http://hdl.handle.net/10995/34813>

<http://elar.urfu.ru/handle/10995/34813>

Периодические издания

Журнал аналитической химии

Аналитика и контроль

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов: <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/>
4. Minitab 17: <http://www.minitab.com/en-us/products/minitab/>
5. Fullprof Suite: <http://www.ill.eu/sites/fullprof/>
6. General structure analysis system: <http://www.ccp14.ac.uk/solution/gsas/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования свойств материалов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет мультимедийная аудитория браузеры google.chrome firefox yandex	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Kaspersky Anti-Virus 2014
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>мультимедийная аудитория</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы неорганического
синтеза и катализа

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Миролюбов Виталий Романович	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимически х производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Основные понятия и определения	Понятие катализа. Классификация видов катализа. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы. Гомолитический (окислительно-восстановительный) и гетеролитический (кислотно-основной) катализ. Роль и место катализа в современных химических технологиях
2	Активные центры и активные состояния на поверхности твердых тел	Определения поверхностного центра и поверхностного состояния. Виды поверхностных центров. Поверхностные центры кислотного и основного типа: по Бренстеду и по Льюису. Процессы образования и трансформации поверхностных центров, гидратация поверхности твердого тела. Центры окислительного катализа: центры кислородного обмена, формы сорбированного кислорода, обменные реакции с участием решеточного кислорода, анионные вакансии как центры электронного обмена.
3	Химическая связь в твердых телах: металлах и неметаллах	Зонная теория твердых тел в приложении к каталитическим процессам. Химическая связь в металлах (в модели Полинга и в модели Гуденафа). Химическая связь в полупроводниках и диэлектриках.
4	Адсорбция на поверхности твердых тел	Виды адсорбции и механизм адсорбции. Адсорбция и структура твердых тел. Термодинамика адсорбции. Изо-термы адсорбции. Кинетика адсорбционных процессов.
5	Кинетика гетерогенных каталитических реакций	Микрокинетика на однородной и неоднородной поверхности. Механизм каталитических реакций по Лэнгмюру-Хиншельвуду и по Ридилу-Или. Макрокинетика

		каталитических процессов. Стадии гетерогенного катализа. Лимитирующая стадия и энергия активации.
6	Промышленный катализ; промышленные катализаторы и каталитические реакторы	Катализ с фильтрующим слоем катализатора. Катализ с движущимся катализатором. Промышленные катализаторы, методы изготовления. Металлические катализаторы: сетки, скелетные катализаторы, металлические катализаторы на носителях. Неметаллические катализаторы: осажденные и пропитанные. Катализ в кипящем слое. Катализаторы кипящего слоя, способы получения
7	Заключение	Перспективы развития теории и практики каталитических процессов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы неорганического синтеза и катализа

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Катализ : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва|Берлин; 2016; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441385> (Электронное издание)
2. ; Катализ в органической технологии : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2016; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560530> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ильин, А. П.; Производство азотной кислоты : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2013 (5 экз.)
2. Чоркендорф, И., Наймантсведрайт, Х., Ролдугин, В. И.; Современный катализ и химическая кинетика : [монография].; Интеллект, Долгопрудный; 2010 (13 экз.)
3. Панченков, Г. М.; Химическая кинетика и катализ : Учеб. пособие для студ. химич. и химико-технологич. спец. вузов.; Химия, Москва; 1985 (7 экз.)
4. , Краснов, К. С.; Физическая химия : учебник для вузов : в 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ; Высшая школа, Москва; 1995 (25 экз.)
5. , Краснов, К. С.; Физическая химия : учебник для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ; Высшая школа, Москва; 2001 (148 экз.)
6. Чоркендорф, И., Наймантсведрайт, Х., Ролдугин, В. И.; Современный катализ и химическая кинетика

- : [монография].; Интеллект, Долгопрудный; 2010 (13 экз.)
7. ; Справочник азотчика; Химия, Москва; 1987 (14 экз.)
8. , Кузнецов, Л. Д., Рабина, П. Д., Соколинский, Ю. А.; Синтез аммиака; Химия, Москва; 1982 (19 экз.)
9. , Атрощенко, В. И.; Технология связанного азота : учебник для студентов хим.-технол. специальностей вузов.; Вища школа, Киев; 1985 (75 экз.)
10. ; Технология связанного азота : учебное пособие для хим. техникумов.; Химия, Москва; 1974 (3 экз.)
11. Амелин, А. Г.; Технология серной кислоты : Учеб. пособие для вузов.; Химия, Москва; 1983 (49 экз.)
12. Васильев, Б. Т., Отвагина, М. И.; Технология серной кислоты; Химия, Москва; 1985 (5 экз.)
13. Позин, М. Е.; Физико-химические основы неорганической технологии : учебное пособие.; Химия, Ленинград; 1993 (10 экз.)
14. Позин, М. Е.; Физико-химические основы неорганической технологии : учебное пособие.; Химия, Ленинград; 1985 (20 экз.)
15. , Малин, К. М.; Справочник сернокислотчика; Химия, Москва; 1971 (7 экз.)
16. Вольхин, А. И., Елисеев, Е. И., Жуков, В. П.; Черновая медь и серная кислота (Физико-химические и технологические основы производства : моногр. : в 2 т. Т. 1. Производство черновой меди; Книга, Челябинск; 2004 (4 экз.)
17. Вольхин, А. И., Елисеев, Е. И., Жуков, В. П.; Черновая медь и серная кислота (Физико-химические и технологические основы производства : в 2 т. Т. 2. Производство черновой меди. Утилизация серы в производстве черновой меди; Книга, Челябинск; 2004 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- <http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate
- <http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке
- <https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press
- <http://elibrary.ru> - универсальная БД
- <http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков
- <http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД
- <http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД
- <http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

Методические разработки

1. Миролубов В.Р. Получение промышленной продукции методом химического осаждения. / В.Р. Миролубов, С.Ф. Катышев. Уч. пос. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 92 с.
2. Миролубов В.Р. Основы технологии минеральных удобрений: уч. пособие / В.Р. Миролубов, В.И. Гашкова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 75 с.

Периодические издания

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www1.fips.ru> - сайт ФГУ «Федеральный институт промышленной собственности»

<http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS>

<http://www.irea.org> Сайт ФГУП «Научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ» (ИРЕА)

Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>

Поисковая система по химии CWM Global Search. Химико-технологический факультет СамГТУ. Режим доступа: <http://chem.samgtu.ru/node/79>

Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>

Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>

Поисковая система по химии CWM Global Search. Химико-технологический факультет

Библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/> - режим доступа свободный;

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы неорганического синтеза и катализа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>мультимедийная аудитория</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>мультимедийная аудитория</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		yandex	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Kaspersky Anti-Virus 2014
--	--	--------	---