

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Аксёнов Александр Вячеславович
Должность: Декан химического факультета
Дата подписания: 19.06.2026 14:51:07
Уникальный программный ключ:
073635787274402487435acab3ab854864d48641

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета
д-р хим. наук, проф. Аксенов А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ ГЕТЕРОГЕНННОГО КАТАЛИЗА И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Технология неорганических веществ и минеральных удобрений
Год начала обучения	2025
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	6

РАЗРАБОТАНО:
докт. техн. наук, профессор Овчаров С.Н.

Ставрополь, 2025

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы гетерогенного катализа и производство катализаторов» является формирование набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология. Основные задачи изучения дисциплины:

- заложить основу знаний по теории и практике применения гетерогенных катализаторов и адсорбентов в различных процессах переработки нефти и газа;
- дать представления о составе, строении, свойствах и механизмах действия наиболее распространенных промышленных каталитических систем;
- сформировать научный подход к подбору катализаторов для конкретных процессов;
- дать представления о технологии производства применяемых в отрасли катализаторов.

Задачи изучения дисциплины состоят также в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим бакалаврам для принятия технически и экономически обоснованных решений при:

- планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов и модернизации существующих установок переработки нефти и газа;
- проектировании новых технологических схем, выборе параметров технологического режима, расчете и выборе оборудования;
- анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов;
- анализе научно-технической литературы и проведении патентного поиска.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы гетерогенного катализа и производство катализаторов» относится к дисциплинам обязательной части блока 1 Дисциплины (модули). Ее реализация происходит в 6 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ИД-1ОПК-1 знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов	Знает теоретические основы общей и неорганической химии, разбирается в строении вещества и протекания химических процессов
	ИД-3ОПК-1 знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль	Знает основные законы и соотношения химической термодинамики, кинетики и катализа

	физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии	
	ИД-5 _{ОПК-1} умеет выполнять основные химические операции	Умеет составить последовательность технологических операций для получения качественной химической продукции
	ИД-9 _{ОПК-1} владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений	Владеет теоретическими методами описания свойств основных типов катализаторов нефтегазохимии
	ИД-11 _{ОПК-1} владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики	Обладает навыками интерпретации результатов исследования катализаторов и каталитических реакций
ПК-4. Способен разрабатывать и реализовывать проекты в области нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов с применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования	ИД-1 _{ПК-4} знает технологию нефтегазохимии и технологические схемы основных процессов	Знает физико-химические основы и технологию процессов нефтегазохимии и особенности технологических схем процессов
	ИД-2 _{ПК-4} знает современные программные продукты в проектировании технологий производства новой продукции	Знаком с технологическими схемами процессов нефтегазохимии, умеет обосновывать параметры технологического режима
	ИД-3 _{ПК-4} умеет разрабатывать технологические проекты производства новой продукции	Умеет разрабатывать технологические проекты, подготовлен к выполнению курсовых и дипломного проектов
	ИД-4 _{ПК-4} умеет проводить работу по совершенствованию действующих и освоению	Умеет анализировать научно-техническую литературу, состояние технологического процесса, предлагать решения по совершенствованию

	новых технологических процессов	действующих и внедрению новых технологий
	ИД-5ПК-4 владеет методами проведения научных исследований и экспериментов, испытания новой техники и технологии в производстве продукции	Владеет методами проведения научных исследований и экспериментов, совершенствования технологии производства продукции

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля*

Объем занятий: всего 4 з.е. 144 академ. часа	ОФО, в академ. часах
Контактная работа:	72
Лекции/ из них практическая подготовка	36
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	-/-
Практические занятия/из них практическая подготовка	36
Самостоятельной работы	36
Формы контроля:	
Экзамен 6 семестр	36
Зачет	-
Зачет с оценкой	-
Курсовая работа	нет

*Дисциплина предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	Очная форма				Формы текущего контроля
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Тема 1. Современные представления о катализе и механизме действия катализаторов Гомогенный и гетерогенный катализ. Влияние катализатора на энергию активации и скорость химической реакции	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
2	Тема 2. Элементарные стадии и области протекания гетерогенных каталитических процессов Элементарные стадии каталитического процесса, понятие о лимитирующей стадии. Внешнедиффузионная, внутридиффузионная и кинетическая области, способы увеличения скорости их протекания	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
3	Тема 3. Характеристики гетерогенных катализаторов Технологические характеристики катализаторов: активность, селективность, температура зажигания, стабильность. Механические свойства твердых катализаторов, гранулометрический состав, истинная, кажущаяся и насыпная плотность. Удельная поверхность, пористость, удельный объем пор, распределение пор по размерам	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
4	Тема 4. Методы исследования катализаторов Методы определения механической прочности, показателей пористой структуры, числа и силы активных центров, технологических характеристик	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
5	Тема 5. Основные теории гетерогенного катализа Геометрические, электронные, химические теории, их применимость к реакциям в процессах нефтегазопереработки	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
6	Тема 6. Гетерогенные катализаторы как многокомпонентные системы	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест

	Понятие об активном компоненте, промоторе, носителе (матрице) и связующем гетерогенных катализаторов. Активные и неактивные вспомогательные добавки						
7	Тема 7. Дезактивация и регенерация катализаторов Причины обратимой и необратимой дезактивации гетерогенных катализаторов. Способы регенерации катализаторов. Пути обеспечения стабильной безрегенерационной работы	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
8	Тема 8. Основные разновидности катализаторов промышленных процессов Виды промышленных катализаторов: металлические (нанесенные), оксидные (сульфидные), кислотные. Бифункциональные и полифункциональные катализаторы	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
9	Тема 9. Носители гетерогенных катализаторов Требования к носителям промышленных гетерогенных катализаторов. Основные виды носителей: оксид алюминия, оксид кремния, алюмосиликаты, активный уголь. Их физико-химические характеристики, технологические свойства и методы получения	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
10	Тема 10. Особенности получения катализаторов методом осаждения контактных масс Технологические стадии производства катализаторов методом осаждения: растворение, осаждение, фильтрование, промывка осадка, формование, сушка, прокалка, восстановление. Условия их проведения, аппаратное оформление	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
11	Тема 11. Основы технологии производства катализаторов методом пропитки Операции пропитки, сушки и прокали. Условия их проведения и аппаратное оформление. Активация катализаторов в восстановительной среде с целью получения металлического активного компонента	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
12	Тема 12. Цеолиты и цеолитсодержащие катализаторы Химический состав, структурные типы, ионообменные свойства, размеры пор и строение каналов цеолитов. Природа их каталитической активности, протонные и апротонные кислотные центры. Технология получения цеолитов разных типов	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
13	Тема 13. Промышленные цеолитсодержащие катализаторы крекинга	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест

	Цеолитсодержащие катализаторы крекинга, их состав и эксплуатационные свойства. Особенности дезактивации и регенерации катализаторов крекинга. Технология получения цеолитсодержащих катализаторов крекинга						
14	Тема 14. Оксидные (сульфидные) катализаторы нефтегазопереработки Оксидные (сульфидные) катализаторы, их состав и эксплуатационные характеристики. Активация, дезактивация и регенерация оксидных катализаторов. Применение оксидных катализаторов в процессах дегидрирования углеводородов и гидроочистки нефтяных фракций	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
15	Тема 15. Бифункциональные катализаторы процессов каталитического риформинга и изомеризации Бифункциональные катализаторы, их состав и эксплуатационные характеристики. Активные компоненты и носители бифункциональных катализаторов	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
16	Тема 16. Полифункциональные катализаторы процессов гидрокрекинга Полифункциональные катализаторы, их состав и эксплуатационные характеристики. Активные компоненты и носители полифункциональных катализаторов	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
17	Тема 17. Требования к адсорбентам и их основные характеристики Активные центры адсорбции. Основные характеристики адсорбентов: пористая структура, статическая и динамическая емкость, механическая прочность. Восстановление свойств адсорбентов в процессе десорбции	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
18	Тема 18. Наиболее распространенные адсорбенты, применяемые в процессах нефтегазопереработки Назначение, типы и классификация пластичных смазок; особенности производства пластичных смазок	ОПК-1, ПК-4	2	2	-	2	Собеседование, тест
	ИТОГО за 6 семестр		36	36	-	36	
	ИТОГО		38	36	-	36	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения:

- дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел;
- лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов;
- лабораторные и практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области;
- самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, а также выполнение всех видов самостоятельной работы;
- для успешного освоения дисциплины необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Башкирцева, Н. Ю. Состояние и тенденции развития нефтеперерабатывающего комплекса мира и России : монография / Н. Ю. Башкирцева, Е. И. Черкасова, Н. В. Котова. – Казань : КНИТУ, 2020. – 80 с. – ISBN 978-5-7882-2908-9. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/121054.html>.
2. Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова [и др.]. – Казань : КНИТУ, 2019. – 316 с. – ISBN 978-5-7882-2551-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100689.html>.
3. Солодова, Н. Л. Каталитические процессы нефтепереработки / Н. Л. Солодова, Е. А. Емельянычева, Н. А. Терентьева. – Казань : КНИТУ, 2020. – 88 с. – ISBN 978-5-7882-2965-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/120990.html>.
4. Капустин, В. М. Технология переработки нефти : в 4 ч. Ч.2. Физико-химические процессы / В. М. Капустин, А. А. Гуреев. – М. : Химия, 2015. – 400 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 394-395. – ISBN 978-5-98109-099-8.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Мейерс, Р.А. (ред.). Основные процессы нефтепереработки. Справочник: пер. с англ. 3-го изд. / Р.А. Мейерс (ред.) ; [пер. с англ. 2-го изд.] ; под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб: ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с., ил. – ISBN 0-07-139109-6 (англ.) – ISBN 978-5-91884-028-3.

2. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учеб. пособие для вузов / С. А. Ахметов. – СПб. : Недра, 2013. – 544 с. : ил. – Библиогр.: с. 541. – ISBN 978-5-905153-44-2.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Электронный курс практических занятий по дисциплине (методические рекомендации).

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru> – Цифровой образовательный ресурс IPR SMART.
2. [http:// biblioclub.ru](http://biblioclub.ru) – Университетская библиотека-онлайн.
3. <http://e.lanbook.com> – Издательство «Лань».
4. <http://edu-online.su> – единый образовательный портал.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в ходе самостоятельной работы.

Информационные справочные системы, используемые при изучении дисциплины:

1. Официальный сайт библиотеки СКФУ. Режим доступа: <http://catalog.ncstu.ru/catalog>.
2. Университетская библиотека онлайн. Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.
3. Консультант студента. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru>.
4. Ай Пи Ар Медиа. Режим доступа: <https://iprmedia.ru>.
5. Znanium. Режим доступа: <https://znanium.com>.

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета
Практическая подготовка	Осуществляется в структурных подразделениях университета и (или) в организациях, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, в том числе их структурных подразделениях

11. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах. Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающего студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом;
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы);
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающего студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-

телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения – время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения – авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН «О направлении методических рекомендаций»).

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (Bigbluebutton, Microsoft Teams, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде Университета