

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

С.В. Кузьмин

« 31 »

марта

2022 г.

Образовательная программа высшего образования –  
программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности  
2.6.10 Технология органических веществ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Катализ в химической технологии

Распределение часов по видам занятий и виды контроля:

Виды учебной работы	Объём	
	в з. е.	в ак. ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Самостоятельная работа	2	54
Вид контроля	зачет	

Волгоград 2022

Каталог

Рабочая программа разработана в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов».

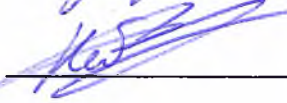
Разработчики:

Доцент, д.х.н, доцент



Мохов В.М.

Доцент, к.х.н, доцент



Небыков Д.Н..

Заведующий кафедрой ТОНС

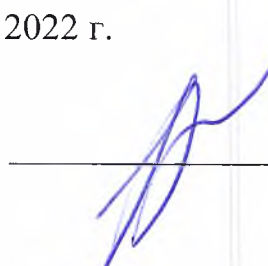


Шишкин Е.В.

Одобрена советом химико-технологического факультета

Протокол № 7 от «23» марта 2022 г.

Председатель Совета ХТФ



Шишкин Е.В.

### **1.1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Катализ в химической технологии» является формирование дополнительных знаний о научных и инженерных основах современных каталитических процессов; обоснование выбора катализаторов и каталитических систем на основе экспериментальных исследований и изучения научно-технической литературы, а также требований, предъявляемых процессом.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- Получение знаний о принципах действия и выбора катализаторов и каталитических систем для процессов основного органического и нефтехимического синтеза на основе требований, предъявляемых процессом;
- Изучение подходов к анализу механизма и кинетики процесса, протекающих в присутствии катализаторов;
- Изучение особенностей гомогенного и гетерогенного катализа;
- Знакомство с научными основами подбора и технологии промышленных катализаторов процессов органического и нефтехимического синтеза

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в блок 2 «Образовательный компонент» части 2.1 «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры и является дисциплиной по выбору.

### **1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- Основы и механизм действия катализаторов и каталитических систем
- Физико-химические основы каталитической переработки веществ
- Методы исследования и подбора промышленных катализаторов

#### **Уметь:**

- Анализировать теоретические и инженерные основы процессов органического синтеза
- Осуществлять обоснованный выбор катализаторов и каталитических систем для проведения процессов органического синтеза
- Находить оптимальные условия проведения химико-технологических процессов

#### **Владеть:**

- Навыками описания процессов с учетом механизма реакций, протекающих в присутствии катализаторов и без них
- Навыками прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления
- Навыками работы с научно-технической и патентной литературой

### **1.4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных еди-

ницы, 72 часов, из которых, 54 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

## 2. Структура и содержание дисциплины

Таблица 2.1 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

№№ п/п	Наименование модуля, темы и вопросов, изучаемых на лекциях, практических занятиях и в ходе самостоятельной работы обучающихся (СР)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)	Учебно-методическая литература	Форма контроля
		Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5
1.	Теоретические основы применения каталитических процессов. Основные механизмы каталитических реакций. Параллельные реакции и их общие закономерности. Кинетика. Состав продуктов и селективность. Последовательные реакции и их общие закономерности. Последовательные реакции. Обратимые реакции.	8	1-6	3
2.	Промышленные катализаторы. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов. Процессы изомеризации. Процессы гидрирования и дегидрирования. Процессы гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования. Процессы алкилирования. Процессы окисления.	18	1-6	3
3.	Общие принципы приготовления катализаторов. Общие подходы к синтезу каталитических систем.	6	1-6	3
4.	Способы модификации и промотирования катализаторов. Структурные и функциональные промоторы. Дезактивация катализаторов.	6	1-6	3
5	Гомогенный катализ, особенности, механизм, кинетика. Кислотный и основной катализ.	14	1-6	3
6.	Гетерогенный катализ, особенности, механизм, кинети-	20	1-6	3

	<p>ка. Гетерогенные катализаторы. Теории гетерогенного катализа. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая область гетерогенного катализа. Внешнедиффузионная и переходная с ней области. Гетерофазные реакции. Массопередача при отсутствии химической реакции. Кинетическая область гетерофазных реакций. Переходная область без учета реакции в пограничной пленке. Переходная область с учетом реакции в пограничной пленке.</p>			
--	---	--	--	--

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Вид образовательной технологии	Форма учебных занятий и самостоятельной работы
<p>1. Теоретические основы применения каталитических процессов. Основные механизмы каталитических реакций</p> <p>2. Промышленные катализаторы. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.</p> <p>3. Общие принципы приготовления катализаторов. Общие подходы к синтезу каталитических систем.</p> <p>4. Способы модификации и промотирования катализаторов. Структурные и функциональные промоторы. Дезактивация катализаторов.</p> <p>5. Гомогенный катализ, особенности, механизм, кинетика. Кислотный и</p>	<p>традиционные образовательные технологии</p>	<p>Самостоятельная работа</p>

Наименование раздела дисциплины	Вид образовательной технологии	Форма учебных занятий и самостоятельной работы
основной катализ. 6. Гетерогенный катализ, особенности, механизм, кинетика.		

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля)**

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в Приложении.

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник / Н. Н. Лебедев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Репринтное воспроизведение. – Москва: Альянс, 2013. – 592 с.
2. Тимофеев В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учебное пособие для вузов / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко –2-е изд., перераб. –М.: Высшая школа, 2003. – 408 с.
3. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] : учеб. / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 896 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53687>.
4. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Гумеров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41014>.
5. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учеб. / И.М. Кузнецова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45973>.
6. Смит В. А. Основы современного органического синтеза [Текст] : учеб. пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман - Москва : БИНОМ, 2011. - 750 с.. - ISBN 978-5- 94774-941- 0.

##### **5.2. Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины**

7. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва :

Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 729 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>.

8. П. Сайкс, Механизмы реакций в органической химии. Пер. с англ. /. – М.: Химия, 1991. – 448 с.
9. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1984. – 376 с.
10. Теоретические основы органической химии; Строение, реакционная способность и механизмы реакций органических соединений: Учебник / А. С. Днепровский, Т. И. Темникова. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1991. – 560 с.
11. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1985. – 608 с.
12. Горелик М.В., Эфрос Л.С. Основы химии и технологии ароматических соединений. – М.: Химия, 1992. – 640 с.
13. Муганлинский Ф.Ф., Трегер Ю.А., Люшин М.М. Химия и технология галогенорганических соединений. – М.: Химия, 1991. – 272 с.
14. Л.А. Серафимов, В.С. Тимофеев, Ю.А. Писаренко, А.В. Солохин. Технология основного органического синтеза. Совмещенные процессы. М.: Химия, 1993. – 412 с.
15. В.Т. Жаров, Л.А. Серафимов. Физико-химические основы дистилляции и ректификации. Л.: Химия, 1975. – 240 с.
16. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / В. И. Косинцев [и др.]; под ред. А. И. Михайличенко. – М.: Академкнига, 2006. – 332 с.
17. Харлампики, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37357>.

### **5.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины**

Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки	Доступность
<a href="http://www2.viniti.ru/">http://www2.viniti.ru/</a>	БНД ВИНТИ	Авторизованный доступ
<a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам	Открытый доступ
<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Авторизованный доступ
<a href="http://nlr.ru">http://nlr.ru</a>	Электронная библиотека РНБ	Авторизованный

Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки	Доступность
		доступ
<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ЭБС "Лань"	Авторизованный доступ
<a href="http://library.vstu.ru/ebsvstu">http://library.vstu.ru/ebsvstu</a>	ЭБС ВолгГТУ	Авторизованный доступ
<a href="http://eapatis.com">http://eapatis.com</a>	Евразийская патентная информационная система (ЕАПАТИС)	Авторизованный доступ
<a href="https://www.orbit.com">https://www.orbit.com</a>	Патентная база данных Questel Orbit	Авторизованный доступ
<a href="http://www.tandfonline.com">http://www.tandfonline.com</a>	Taylor and Francis	Авторизованный доступ
<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>	The SpringerLink Online Collectio	Авторизованный доступ
<a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a>	Коллекция журналов издательства Wiley	Авторизованный доступ
<a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a>	Royal Society of Chemistry	Авторизованный доступ
<a href="http://www.technormativ.ru">http://www.technormativ.ru</a>	БнД ТЕХНОРМАТИВ	Авторизованный доступ
<a href="https://clarivate.com/products/web-of-science/">https://clarivate.com/products/web-of-science/</a>	БД Web of Science	Авторизованный доступ
<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	БД Scopus	Авторизованный доступ
Программное обеспечение: операционная система Windows по подписке Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription		

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Кафедра «ТОНС» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

Материально-техническая база кафедры «ТОНС»:

Располагает аудиториями 430, 434а, 434б, 435, 436, 402, 403, 404, 411а.

Кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

Материально-техническая база кафедры «Технология органического и нефтехимического синтеза»

### Лаборатория 402

- специализированная мебель,
- вытяжные шкафы,
- Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду,



- Сушильный шкаф ШС-80-01 (1 шт.), Весы HL-400 (1 шт.),
- Лабораторный стенд (Реактор автономный 100мл Reactor Ready с дополнительной емкостью 250) (3 шт.).

#### Лаборатория 403

- специализированная мебель,
- вытяжные шкафы,
- Лабораторная установка «Исследование кинетики гомогенных химических процессов и расчет РИС-Н и РИС-Н-К на примере реакции ацилирования спиртов хлористым бензоилом»,
- Лабораторная установка «Исследование кинетики гетерогенно-каталитического процесса дегидратации этанола и оксида алюминия и расчет РИВ»,
- Лабораторная установка «Исследование процесса диспропорционирования циклогексиламина методом материального и энергетического баланса и расчет РИВ»,
- Лабораторная установка «Экспериментальное определение термодинамических функций и расчет равновесного состава химических реакций на примере термического разложения карбоната кальция»,
- ПИД-регулятор ТРМ210-Щ1 .ТР,
- Программный ПИД-регулятор ТРМ 251-Щ1-ТРР,
- Генератор водорода ИВ ЭЛ-80,
- Термостат жидкостный P5Lauda,
- Хроматограф газожидкостный «Кристаллюкс-4000М»,
- Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

#### Специализированная аудитория 435

- Мультимедийное оборудование,
- специализированная мебель,
- Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

#### Лаборатория ВКФ ауд. 29

- специализированная мебель,
- вытяжные шкафы,
- Весы аналитические,
- Холодильник «ЗИЛ»,
- Эл. плитка дисковая IR-8004, Аппарат ИПБ-1 для определения индукционного периода автомобильных бензинов 1.40.10.0110,
- Прибор ПОС-77М для определения смол в моторном топливе,

- Вакуумный насос НВР-4,5Д,
- Вакуумный насос ВН-1 мг с электромотором,
- Плунжерный насос РПН-1/30 эл. двиг. ком. 28/4,
- Печь СЖМЛ-19/2,5 (термостат),
- Весы JW-I-600, Манометр МТИ 1218 (для бомбы Рейда),
- Октанометр ПЭ-7300,
- Спектрофотометр ИКС-14А,
- Аппарат ТВЗ для определения температуры вспышки в закрытом тигле,
- Аппарат ТВО для определения температуры вспышки в открытом тигле,
- Аппарат АРНС-Э1 для разгонки нефтепродуктов,
- Баня Рейдера ПЭ-7000, Бомба Рейдера ПЭ-7000,
- Рефрактометр ИРФ-454Б2М,
- Сушильный шкаф ШС-80-01,
- Ультратермостат УТ-15,
- Хроматоргаф лабораторный,
- Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду,
- Холодильник RF Vestel GN 260.

**7. Лист изменений и дополнений, внесенных в рабочую программу**

Дополнения и изменения	Номер протокола, дата пересмотра, подпись зав.кафедрой	Дата утверждения и подпись декана

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Методические указания к самостоятельной работе аспирантов по изучению дисциплины**

Самостоятельная работа аспирантов предусматривает следующие виды работ:

закрепление материала, полученного на аудиторных занятиях;

поиск зарубежных печатных изданий по теме исследования;

поиск в сети интернет информации по заданной тематике, связанной с научной работой аспиранта, ее обобщение, анализ с последующим представлением итогового материала на занятиях.

Обязательная самостоятельная работа аспиранта по заданию преподавателя или научного руководителя по дисциплине Катализ в химической технологии (работа выполняется во внеаудиторное время) и предполагает:

- изучение общих закономерностей и конкретных особенностей рассматриваемых химических реакций и процессов;
- изучение типов превращений используемых химических соединений;
- проведение синтезов органических соединений;
- изучение и анализ строения синтезированных соединений;
- изучение кинетики проведенной реакции и возможности установления ее механизма;
- анализ путей оптимизации способов и методов синтеза необходимых органических соединений;
- написание статей и заявок на патенты по теме диссертационного исследования.

## **Методические рекомендации преподавателю по дисциплине**

При реализации образовательных технологий предусматривает использование современных образовательных технологий для формирования эффективной научной компетентности аспирантов.

Дисциплина «Катализ в химической технологии» строится в соответствии со следующими принципами:

- принцип тематического представления профессионально-ориентированного материала;
- принцип технологичности, который выражается в организационном единообразии материала (последовательность процедур, множественность методических приемов, устойчивые временные границы);
- Важной составной частью учебной аудиторной и самостоятельной работы является широкое применение современных мультимедийных средств, компьютерных технологий.

Активными и интерактивными формами обучения в данном курсе могут являться как отдельные упражнения на занятии, так и занятия в целом, аудиторные или самостоятельные, с использованием информационных технологий.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_ С.В. Кузьмин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине

Катализ в химической технологии

по научной специальности  
2.6.10 Технология органических веществ

Разработчики:

доцент  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Мохов В.М.  
ФИО

доцент  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Небыков Д.Н.  
ФИО

ФОС рассмотрен на заседании кафедры от «22» апреля 2022 г., протокол № 9

Волгоград 2022

**Показатели результатов освоения дисциплины (модуля) или практики,  
критерии оценивания, описание шкал оценивания**

**Таблица П1 – Показатели оценивания результатов освоения**

№ п/п	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые разделы (те- мы) дисциплины (модуля), практики	Наименование оце- ночного средства
1.	<p><b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы и механизм действия катализаторов и каталитических систем</li> <li>- Физико-химические основы каталитической переработки веществ</li> <li>- Методы исследования и подбора промышленных катализаторов</li> </ul>	<p>1. Теоретические основы применения каталитических процессов. Основные механизмы каталитических реакций</p> <p>2. Промышленные катализаторы. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.</p> <p>3. Общие принципы приготовления катализаторов. Общие подходы к синтезу каталитических систем.</p> <p>4. Способы модификации и промотирования катализаторов. Структурные и функциональные промоторы. Дезактивация катализаторов.</p> <p>5. Гомогенный катализ, особенности, механизм, кинетика. Кислотный и основной катализ.</p> <p>6. Гетерогенный катализ, особенности, механизм, кинетика</p>	Зачет
2.	<p><b>должен уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать теоретические и инженерные основы процессов органического синтеза</li> <li>- Осуществлять обоснованный выбор катализаторов и каталитических систем для проведения процессов органического синтеза</li> <li>- Находить оптимальные условия проведения химико-технологических процессов</li> </ul>	<p>1. Теоретические основы применения каталитических процессов. Основные механизмы каталитических реакций</p> <p>2. Промышленные катализаторы. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.</p> <p>3. Общие принципы приготовления катализаторов. Общие подходы к синтезу каталитических систем.</p> <p>4. Способы модификации и промотирования катализаторов. Структурные и функциональные промоторы. Дезак-</p>	Зачет

		<p>тивация катализаторов.</p> <p>5. Гомогенный катализ, особенности, механизм, кинетика. Кислотный и основной катализ.</p> <p>6. Гетерогенный катализ, особенности, механизм, кинетика</p>	
	<p><b>обучающийся должен владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками описания процессов с учетом механизма реакций, протекающих в присутствии катализаторов и без них</li> <li>- Навыками прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления</li> <li>- Навыками работы с научно-технической и патентной литературой</li> </ul>	<p>1. Теоретические основы применения каталитических процессов. Основные механизмы каталитических реакций</p> <p>2. Промышленные катализаторы. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.</p> <p>3. Общие принципы приготовления катализаторов. Общие подходы к синтезу каталитических систем.</p> <p>4. Способы модификации и промотирования катализаторов. Структурные и функциональные промоторы. Дезактивация катализаторов.</p> <p>5. Гомогенный катализ, особенности, механизм, кинетика. Кислотный и основной катализ.</p> <p>6. Гетерогенный катализ, особенности, механизм, кинетика</p>	Зачет

При проведении кандидатского экзамена по специальности 1.4.3 – Органическая химия используется программа кандидатского экзамена по специальности 1.4.3 – Органическая химия» утвержденная проректором ВолгГТУ..

Таблица П2 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству Экзамен

Шкала оценивания	Критерий оценивания
Отлично	Аспирант показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки. Ответы на вопросы письменного опроса даны на высоком уровне (допущены один-два недочета в ответе не более чем на один вопрос).

Хорошо	Аспирант овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал основные умения и навыки. Ответы на вопросы письменного опроса даны на среднем уровне (допущена одна принципиальная ошибка в ответе не более чем на один вопрос).
Удовлетворительно	Аспирант имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам дисциплины, показал не все основные умения и навыки. Ответы на вопросы письменного опроса даны на низком уровне (в ответе на вопросы допущены две принципиальные ошибки).
Неудовлетворительно	Аспирант имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины и не владеет основными умениями и навыками. Ответы на вопросы письменного опроса даны на неудовлетворительном уровне (в ответе на вопросы допущено более двух принципиальных ошибок).

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности**

Зачет проводится в 5 семестре. Целью является проверка соответствия знаний обучаемых, полученных в течение всех семестров изучения учебной дисциплины.

Зачет проводится по билетам выбранных в случайном порядке. Время, отводимое на проведение зачета – 2 академических часа.

Процедура проведения промежуточной аттестации: форма проведения - устная, вид – собеседование.

1. Понятие о катализе и катализаторах.
2. Важнейшие каталитические реакции и катализаторы.
3. Технологическая схема каталитического производства. Основные признаки для катализаторов и каталитических процессов.
4. Требования, предъявляемые к катализаторам.
5. Активные центры катализаторов.
6. Процессы, протекающие на твердых катализаторах. Области протекания гетерогенных каталитических процессов.
7. Факторы, определяющие активность промышленных катализаторов. Селективность катализатора. Факторы, оказывающие влияние на селективность катализатора.
8. Текстуальные характеристики катализатора. Агрегаты. Агломераты. Признаки пористых тел.
9. Каталитические яды. Влияние содержания примесей. Факторы, определяющие активность промышленных катализаторов.
10. Цеолиты. Типы цеолитов. Классификация цеолитов.
11. Схема ионного обмена в цеолите. Применение цеолитов
12. Гидротермальный синтез цеолита.
13. Методы приготовления гетерогенных катализаторов.



14. Производство осажденных катализаторов. Типы осажденных катализаторов. Достоинства метода. Недостатки метода.

15. Общая схема получения осажденных катализаторов. Стадия растворения. Процессы, ускоряющие растворение. Стадия осаждения. Механизм зародышеобразования.

16. Рост кристаллов. Формирование поверхности гидроксидов. Классификация гидроксидов по способности кристаллизации. Механизм формирования поверхности гидроксида.

17. Коагуляция золя. Золь. Коагель.

18. Силикагель. Важнейшие свойства силикагеля, как носителя катализаторов.

19. Оксид алюминия. Основные способы получения оксида алюминия. Общая схема получения активного оксида алюминия.

20. Получение катализаторов, нанесением активного компонента на носитель. Преимущества метода. Основные этапы приготовления катализатора. Распределение активного компонента по грануле катализатора.

21. Методы приготовления катализаторов основанных на механическом смешении компонентов. Достоинства метода. Общая технологическая схема получения катализаторов методом смешения. Характерная особенность метода.

22. Способы получения смешанных катализаторов. Сухой и мокрый метод смешения.

23. Плавленные и скелетные каталитические системы. Типы плавленных каталитических систем. Технология приготовления плавленных катализаторов.

24. Скелетные катализаторы. Катализатор Никеля Ренея. Производство скелетного катализатора Никеля-Ренея.

25. Основные типа аппаратов для проведения каталитических процессов.

**Лист изменений и дополнений ФОС**

№п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)