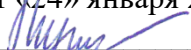
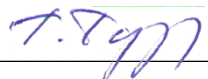


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 5 от «24» января 2022 г.  
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета  
 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина

**Каталитические процессы в промышленности**

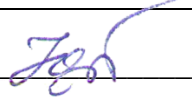
Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**Программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)  
04.04.01 «Химия»

Направленность (профиль) подготовки  
Новые материалы в нефтехимии и других отраслях

Квалификация  
Магистр

|   |  |
|---|--|
| Разработчик (составитель)<br>Профессор, д.х.н., профессор |  /Зимин Ю.С. |
|---|--|


Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: Зимин Ю.С., д.х.н., проф., профессор кафедры физической химии и химической экологии

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

Заведующий кафедрой

 / Мустафин А.Г.

### Список документов и материалов

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций  | 4  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   | 7  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  | 7  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  | 8  |
| 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.  | 8  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. | 15 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 23 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 23 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы  | 24 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 25 |

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода)   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине   |
|--|--|--|---|
|  | ПК-1. способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты | ПК-1.1. Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           |
|  |  | ПК-1.2. Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        |
|  |  | ПК-1.3. Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа |
|  |  | ПК-1.4. Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | <i>ПК-1.5.</i> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований. | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований. |
|  |  | <i>ПК-1.6.</i> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации   | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации   |
| <i>ПК-5.</i> владением навыками составления планов, программ, проектов и других директивных документов | <i>ПК-5.1.</i> Знать типы директивных документов   | Знать: типы директивных документов   |  |
|  | <i>ПК-5.2.</i> Знать предназначение и специфику каждого директивного документа                           | Знать: предназначение и специфику каждого директивного документа   |  |
|  | <i>ПК-5.3.</i> Уметь формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов           | Уметь: формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов   |  |
|  | <i>ПК-5.4.</i> Уметь анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов           | Уметь: анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов   |  |
|  | <i>ПК-5.5.</i> Владеть общими навыками составления планов и программ                                     | Владеть: общими навыками составления планов и программ   |  |
|  | <i>ПК-5.6.</i> Владеть принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних | Владеть: принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних   |  |
| <i>ПК-6.</i> способностью определять и анализировать проблемы, планировать                             | <i>ПК-6.1.</i> Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности                     | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности   |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности                         | <i>ПК-6.2.</i> Знать пути решения возникающих проблем  | Знать: пути решения возникающих проблем  |
|   | <i>ПК-6.3.</i> Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения  | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения  |
|   | <i>ПК-6.4.</i> Уметь выделять главные проблемы при выполнении своей профессиональной деятельности  | Уметь: выделять главные проблемы при выполнении своей профессиональной деятельности  |
|   | <i>ПК-6.5.</i> Владеть способностью к определению и анализу проблем, возникающих при выполнении своей профессиональной деятельности  | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при выполнении своей профессиональной деятельности  |
| <i>ПК-8.</i> Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов | <i>ПК-8.1.</i> Знает принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов  | Знает: принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов  |
|   | <i>ПК-8.2.</i> Умеет применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов | Умеет: применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов |

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

- формирование у магистров современных представлений о катализе и его применении в различных химических процессах, реализуемых в промышленности;
- подготовка магистров, обладающих универсальными компетенциями, которые позволяют им успешно работать, способствуют их социальной мобильности и устойчивости на рынке труда в условиях конкурентной среды.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина «Каталитические процессы в промышленности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: неорганическая химия, органическая химия и физическая химия. При освоении данной дисциплины требуются знания, умения и навыки, приобретённые в результате освоения всех названных дисциплин и основ высшей математики (умение дифференцировать, интегрировать, решать простые дифференциальные уравнения). Магистрант должен иметь представление о строении вещества, квантовой химии, фазовых переходах и общих закономерностях химических процессов.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ПК-1**. Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения  |   |  |  |
|--|--|---|---|--|--|
|  |  | 2 («Не удовлетворительно»)  | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)  |
| <b>ПК-1.1.</b> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                    | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                    | Затрудняется в определении научной новизны и практической значимости полученных данных.   | Формулирует с ошибками научную новизну и практическую значимость полученных данных.   | В целом верно формулирует научную новизну и практическую значимость полученных данных, требуется правка специалистом.                        | Знает научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении НИР.  |
| <b>ПК-1.2.</b> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР. | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР. | Затрудняется в выборе литературы по тематике исследования. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках экспериментальных методов. | Для работы с литературой требуется начальный список. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках теоретических методов. | Не всегда выбирает адекватную литературу. Допускает неточности в оценке преимуществ и недостатков теоретических и экспериментальных методов. | Уверенно выбирает литературу по тематике исследования, знает преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР. |
| <b>ПК-1.3.</b> Уметь на  | Уметь: на основе   | Затрудняется в  | Определяет отдельные  | В целом верно  | Самостоятельно   |



|  |  |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|--|
| основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа                      | литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа               | выделении теоретической основы экспериментальных методов используемых в НИР                 | теоретические положения экспериментальных методов.  | определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР.  | определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР с привлечением литературы                    |
| <b>ПК-1.4.</b> Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                          | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                          | Затрудняется в составлении конспекта  | Составляет конспект, ошибается в определении главных положений предшествующих работ по теме НИР | Составляет конспект, определяет главные положения предшествующих работ с помощью специалиста в данной области | Правильно составляет конспекты, самостоятельно выделяет главные положения предшествующих работ             |
| <b>ПК-1.5.</b> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований. | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований. | Затрудняется в проведении первичного литературного анализа в выбранной области исследований | Затрудняется в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных. | Проводит литературный анализ. Формулирует тематику НИР с последующей правкой и уточнениями специалистом       | Способен формулировать тематику НИР по результатам литературного анализа в выбранной области исследований. |
| <b>ПК-1.6.</b> Владеть навыками экспериментальных и  | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР  | Затрудняется в проведении экспериментальных и теоретических                                 | Владеет ограниченным набором навыков экспериментальных работ                                    | Владеет ограниченным набором навыков экспериментальных и  | Показывает уверенное владение навыками экспериментальных   |

|  |                          |                                 |  |                     |   |
|--|--------------------------|---------------------------------|--|---------------------|---|
| теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации | магистерской диссертации | работ и по теме НИР диссертации |  | теоретических работ | и теоретических работах по теме НИР диссертации |
|--|--------------------------|---------------------------------|--|---------------------|---|

Код и формулировка компетенции **ПК-5**. Владение навыками составления планов, программ, проектов и других директивных документов

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения                             |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
|  |  | 2 («Не удовлетворительно»)   | 3 («Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)   |
| <b>ПК-5.1.</b> Знать типы директивных документов   | Знать: типы директивных документов   | Не знает ни одного типа директивных документов                       | Испытывает определенные сложности в познании классификации планов и директивных документов                   | В целом верно формулирует основные тенденции в классификации директивных документов   | Имеет полную картину о типах и классификационных признаках планов и директивных документов  |
| <b>ПК-5.2.</b> Знать предназначение и специфику каждого директивного документа                 | Знать: предназначение и специфику каждого директивного документа                 | Не знает предназначения ни одного типа директивных документов        | Испытывает затруднения с определением специфики создаваемых директивных документов                           | Знает лишь о специфике части создаваемых директивных документов   | Полностью знает и осознает предназначение и специфику каждого директивного документа  |
| <b>ПК-5.3.</b> Уметь формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов | Уметь: формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов | Стремится создавать директивные документы, но результаты нестабильны | Понимает постулаты, лежащие в основе создания директив, но не умеет полностью применять их в создании планов | Понимает и осознает постулаты, лежащие в основе создания директивных документов, но имеет возможность применить их к созданию ограниченного круга | В полной мере понимает и осознает постулаты, лежащие в основе создания директивных документов, и имеет возможность всесторонне применить их к |

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  | планов   | созданию целого ряда планов   |
| <b>ПК-5.4.</b> Уметь анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов           | Уметь: анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов           | Не способен к анализу постулатов, относящихся к составлению директивных документов | Испытывает определенные трудности при анализе постулатов, относящихся к составлению директивных документов | Способен самостоятельно анализировать постулаты, относящиеся к составлению определенного типа директивных документов | Способен самостоятельно и свободно анализировать постулаты, относящиеся к составлению всех видов директивных документов |
| <b>ПК-5.5.</b> Владеть общими навыками составления планов и программ                                     | Владеть: общими навыками составления планов и программ                                     | Не имеет представление об общих приемах составления директивных документов         | Испытывает определенные затруднения в составлении программ и расстановке приоритетов в выполнении работы   | Владеет начальными навыками в составлении программ и выполнении работы в целом.                                      | Способен к грамотному составлению программ и выполнению работы  |
| <b>ПК-5.6.</b> Владеть принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних | Владеть: принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних | Не способен эффективно составлять программы, опираясь на специфику последних       | Испытывает сложности при составлении директивных документов с учетом их специфики                          | Владеет ограниченным набором принципов при составлении директивных документов  | Показывает уверенное владение принципами эффективного составления директивных документов различного уровня              |

Код и формулировка компетенции **ПК-6.** Способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности

| Код и наименование индикатора достижения | Результаты обучения по дисциплине | Критерии оценивания результатов обучения |                         |              |               |
|--|-----------------------------------|--|-------------------------|--------------|---------------|
|  |                                   | 2 («Не                                   | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
|  |                                   |  |                         |              |               |

| <b>компетенции</b>  |   | удовлетворительно»)   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| <b>ПК-6.1.</b> Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Затрудняется в формулировании возможных проблем                 | Плохо знает основные возможные проблемы                | Знает отдельные возможные проблемы   | Знает основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  |
| <b>ПК-6.2.</b> Знать пути решения возникающих проблем   | Знать: пути решения возникающих проблем   | Затрудняется в формулировании путей решения возникающих проблем | Плохо знает пути решения возникающих проблем           | Знает пути решения отдельных проблем   | Знает пути решения возникающих проблем   |
| <b>ПК-6.3.</b> Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения                         | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения                         | Затрудняется в выявлении возникающих проблем                    | Затрудняется в выявлении и разборе возникающих проблем | Имеет недостатки при разборе возникающих проблем с целью поиска путей их решения | Умеет выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения                         |
| <b>ПК-6.4.</b> Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности                                   | Уметь: выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности                                   | Затрудняется в выделении главных проблем                        | Нечетко выделяет возникающие проблемы                  | Не может ранжировать проблемы по степени важности                                | Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности                                   |
| <b>ПК-6.5.</b> Владеть способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Затрудняется в определении возникающих проблем                  | Затрудняется в анализе возникающих проблем             | Имеет отдельные затруднения в определении и анализе возникающих проблем          | Владеет способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности |

Код и формулировка компетенции **ПК-8** Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|
|  |  | 2<br>(«Неудовлетворительно»)             | 3<br>(«Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)   |
| <b>ПК-8.1.</b> Знает принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов  | Знает: принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов  | Не знает                                 | Знает теоретические основы и базовые принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов, но допускает значительные ошибки                             | Знает теоретические основы и базовые принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов, но допускает незначительные ошибки | Сформированные знания теоретические основ и базовых принципов оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов         |
| <b>ПК-8.2.</b> Умеет применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации | Умеет: применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач | Не умеет                                 | Демонстрирует удовлетворительное умение применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации химико- | Демонстрирует хорошее умение применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при                    | Сформированные умения применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач |

|  |  |            |   |   |   |
|--|--|------------|---|---|---|
| химико-технологических процессов получения современных материалов                                    | оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов                                  |            | технологических процессов получения современных материалов  | решении задач оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов | оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов                         |
| <b>ПК-8.3.</b> Владеет базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов | Владеет базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов условия ведения бизнеса. | Не владеет | Демонстрирует удовлетворительное владение базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов | Владеет базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов       | Сформированное владение базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов |

Критериями оценивания являются оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения дисциплины.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>  | <b>Оценочные средства</b>   |
|---|---|---|
| <i>ПК-1.1.</i> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-1.2.</i> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-1.3.</i> Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-1.4.</i> Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-1.5.</i> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.    | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.    | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-1.6.</i> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации  | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации  | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-5.1.</i> Знать типы директивных документов  | Знать: типы директивных документов  | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-5.2.</i> Знать предназначение и специфику каждого директивного документа  | Знать: предназначение и специфику каждого директивного документа  | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <i>ПК-5.3.</i> Уметь формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов                                      | Уметь: формулировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов                                      | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-5.4.</i> Уметь анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов                                      | Уметь: анализировать постулаты, относящиеся к составлению директивных документов                                      | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-5.5.</i> Владеть общими навыками составления планов и программ  | Владеть: общими навыками составления планов и программ  | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-5.6.</i> Владеть принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних                            | Владеть: принципами эффективного составления программ в зависимости от специфики последних                            | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-6.1.</i> Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-6.2.</i> Знать пути решения возникающих проблем   | Знать: пути решения возникающих проблем   | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-6.3.</i> Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения                         | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения                         | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-6.4.</i> Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности                                   | Уметь: выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности                                   | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-6.5.</i> Владеть способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| <i>ПК-8.1.</i> Знает принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов                         | Знает: принципы оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов                         | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |



|   |  |   |
|---|--|---|
| ПК-8.2. Умеет применять стандартное программное обеспечение, компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов | Умеет: применять стандартное программное обеспечение, сетевые компьютерные технологии и пакеты прикладных программ при решении задач оптимизации химико-технологических процессов получения современных материалов | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |
| ПК-8.3. Владеет базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов   | Владеет: базовыми навыками внедрения новых технологий получения современных материалов   | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, реферат, экзамен |

### Экзаменационные билеты

#### Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса из разных разделов программы.

#### Перечень вопросов для экзамена:

1. Катализ в природе и современной жизни человека. Роль катализа в развитии ряда важнейших отраслей промышленности.
2. Катализ, его определение. Химическая сущность катализа.
3. Классификация каталитических процессов по фазовому составу и механизмам реакций. Другие виды катализа.
4. Катализатор, определение. Состав и химическое строение катализаторов.
5. Основные характеристики катализаторов: число оборотов реакции, активность катализатора, удельная активность, избирательность (селективность) катализатора.
6. Природа действия катализаторов. Энергетические профили некаталитического и каталитического маршрутов химической реакции.
7. Перспективы для каталитических процессов. Новые области использования катализа.
8. Кислота и основание по Дж. Бренстеду. Примеры. Кислота и основание по Г. Льюису. Примеры.
9. Специфический кислотный катализ. Специфический основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых ионами  $\text{H}_3\text{O}^+$  и  $\text{OH}^-$ .
10. Общий кислотный катализ. Общий основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых кислотами и основаниями.
11. Электрофильный катализ. Нуклеофильный катализ. Примеры реакций.
12. Влияние концентрации  $\text{H}_3\text{O}^+$  на скорость каталитического процесса. Диаграммы Скрабала.
13. Ферментативный катализ. Роль ферментов в живой природе. Структура ферментов.
14. Активный центр фермента, его состав. Международная классификация ферментов.
15. Кинетика простой ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса, ее физический смысл.
16. Способы определения кинетических параметров.
17. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH и температуры. Активаторы ферментов.
18. Ингибирование ферментативных реакций. Основные типы обратимого ингибирования.

19. Металлокомплексный (координационный) катализ. Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ.
20. Окислительно-восстановительный катализ, его суть. Примеры окислительно-восстановительных каталитических реакций.
21. Окислительно-восстановительный катализ. Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ.
22. Автокатализ. Определение. Примеры автокаталитических реакций.
23. Автокатализ. Кинетический анализ простейшей схемы (на примере реакции иодирования ацетона).
24. Гетерогенный катализ. Механизм действия катализатора. Характеристики гетерогенных катализаторов.
25. Использование переходных металлов для катализа важнейших промышленных процессов. Пути приготовления катализаторов.
26. Использование катализаторов кислотно-основного типа. Твердые кислые катализаторы. Твердые основные катализаторы. Гетерогенные кислотно-основные катализаторы.
27. Многокомпонентные и многофазные катализаторы. Промоторы (активаторы). Полифункциональные катализаторы.
28. Отравление катализаторов. Типичные каталитические яды. Регенерация катализаторов.
29. Адсорбция. Определение. Физическая адсорбция, ее характеристика. Экзотермичность данного процесса.
30. Хемосорбция, ее определение. Краткая характеристика процесса. Каталитический эффект хемосорбции.
31. Адсорбционная теория Лэнгмюра. Основные допущения теории. Механизм процесса. Уравнение изотермы Лэнгмюра.
32. Способы нахождения параметров уравнения Лэнгмюра.
33. Нелэнгмюровские изотермы адсорбции. Изотерма Генри. Изотерма Фрейндлиха. Изотерма Темкина. Уравнение полимолекулярной адсорбции БЭТ.
34. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Стадии гетерогенно-каталитической реакции. Лимитирующая стадия.
35. Получение уравнения скорости для мономолекулярной каталитической реакции. Анализ этого уравнения.

### Образец экзаменационного билета

#### Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

---

Направление 04.04.01 «Химия»

Дисциплина Каталитические процессы в промышленности

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Катализ, его определение. Химическая сущность катализа.
2. Адсорбционная теория Лэнгмюра. Основные допущения теории. Механизм процесса. Уравнение изотермы Лэнгмюра.
3. Ферментативный катализ. Роль ферментов в живой природе. Структура ферментов.

### **Критерии и методика оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## **Вопросы для практических занятий**

### **Практическое занятие 1. Основные положения катализа.**

#### **Кисотно-основной катализ**

#### **Основные положения катализа**

История возникновения и развития катализа. Первые каталитические процессы. Роль катализа в развитии ряда важнейших отраслей промышленности. Значение катализа для природы и современной жизни человека.

Основные понятия. Катализ, его определение. Химическая сущность катализа. Классификация каталитических процессов по фазовому составу и механизмам реакций. Другие виды катализа. Катализаторы. Состав и химическое строение катализаторов. Основные характеристики катализаторов: число оборотов реакции, активность катализатора, удельная активность, избирательность (селективность) катализатора.

Природа действия катализаторов. Энергетические профили некаталитического и каталитического маршрутов химической реакции.

Перспективы для каталитических процессов. Новые области использования катализа.

#### **Кислотно-основной катализ**

Теории кислот и оснований. Кислота и основание по Дж. Бренстеду. Примеры. Кислота и основание по Г. Льюису. Примеры.

Типы кислотно-основного катализа в зависимости от природы катализатора. Специфический кислотный катализ. Специфический основной катализ. Общий кислотный

катализ. Общий основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых кислотами и основаниями.

Электрофильный катализ. Нуклеофильный катализ. Примеры реакций.

Кинетика реакций кислотно-основного катализа. Влияние концентрации  $\text{H}_3\text{O}^+$  на скорость каталитического процесса. Диаграммы Скрабала.

## Практическое занятие 2. Основные виды гомогенного катализа

### Ферментативный катализ

Основные понятия. Ферменты (энзимы) – биологические катализаторы белковой природы. Роль ферментов в живой природе. Структура ферментов. Активный центр фермента, его состав. Международная классификация ферментов.

Кинетические закономерности ферментативных реакций. Основные понятия и определения. Кинетика простой ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса, ее физический смысл. Способы определения кинетических параметров. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH и температуры. Ингибирование ферментативных реакций. Основные типы обратимого ингибирования. Активаторы ферментов.

### Металлокомплексный (координационный) катализ

Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение кинетических параметров.

### Окислительно-восстановительный катализ

Суть окислительно-восстановительного катализа. Примеры окислительно-восстановительных каталитических реакций. Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ.

### Автокатализ

Определение автокатализа. Примеры автокаталитических реакций. Кинетический анализ простейшей схемы (на примере реакции иодирования ацетона).

## Практическое занятие 3. Гетерогенный катализ

Основные положения. Гетерогенные реакции. Механизм действия катализатора. Характеристики гетерогенных катализаторов.

Катализаторы в промышленных процессах. Использование переходных металлов для катализа важнейших промышленных процессов. Пути приготовления катализаторов. Применение носителей в гетерогенном катализе.

Использование катализаторов кислотно-основного типа. Твердые кислые катализаторы. Твердые основные катализаторы. Гетерогенные кислотно-основные катализаторы. Применение природных и синтетических цеолитов.

Многокомпонентные и многофазные катализаторы. Промоторы (активаторы). Полифункциональные катализаторы.

Отравление катализаторов. Типичные каталитические яды. Регенерация катализаторов.

Адсорбция. Определение. Физическая адсорбция, ее характеристика. Экзотермичность данного процесса.

Хемосорбция, ее определение. Краткая характеристика процесса. Каталитический эффект хемосорбции.

Адсорбционная теория Лэнгмюра. Основные допущения теории. Механизм адсорбционного процесса. Уравнение изотермы Лэнгмюра. Способы нахождения параметров уравнения Лэнгмюра.

Нелэнгмюровские изотермы адсорбции. Изотерма Генри. Изотерма Фрейндлиха. Изотерма Темкина. Уравнение полимолекулярной адсорбции БЭТ.

Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Стадии гетерогенно-каталитической реакции. Лимитирующая стадия. Получение уравнения скорости для мономолекулярной каталитической реакции. Анализ этого уравнения.

### **Практические занятия 4-5. Заслушивание рефератов по отдельным актуальным темам.**

#### **Пример вариантов письменной работы на занятии**

**Тема: Основные положения катализа. Кислотно-основной катализ**

##### **Вариант 1**

1. Дайте определение понятия «катализ». Что Вы понимаете под химической сущностью катализа?
2. Специфический кислотный катализ. Специфический основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых ионами  $\text{H}_3\text{O}^+$  и  $\text{OH}^-$ .
3. Что понимают под числом оборотов реакции и избирательностью (селективностью) катализатора?
4. Приведите классификацию каталитических процессов по фазовому составу и механизмам реакций.
5. Что понимают под кислотой и основанием по Дж. Бренстеду и Г. Льюису. Приведите примеры.

##### **Вариант 2**

1. В чем причина действия катализаторов? Поясните ответ с привлечением энергетических профилей реакции без катализатора и с катализатором.
2. Дайте определение понятия «катализатор». Какие могут быть катализаторы по составу и химическому строению?
3. Общий кислотный катализ. Общий основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых кислотами и основаниями.
4. Что понимают под каталитической активностью и удельной активностью катализатора?
5. Влияние концентрации  $\text{H}_3\text{O}^+$  на скорость каталитического процесса (для случаев специфического кислотного и специфического основного катализа). Диаграммы Скрабала.

##### **Критерии оценивания письменной работы:**

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных вопросов письменной работы;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если студент дал неполные ответы на основные теоретические вопросы письменной работы;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если студент дал неполные ответы на отдельные теоретические вопросы письменной работы;
- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы письменной работы.

#### **Пример варианта перечня вопросов для индивидуального и группового опроса на занятии**

**Тема: Ферментативный катализ**

1. Ферменты (энзимы), их роль в живой природе.
2. Первичная и вторичная структуры ферментов.
3. Третичная и четвертичная структуры ферментов.
4. Активный центр фермента, его состав.

5. Международная классификация ферментов.
6. Простейшая схема ферментативного процесса, ее кинетический анализ.
7. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Анализ уравнения.
8. Константа Михаэлиса, ее физический смысл.
9. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата.
10. Способы определения параметров уравнения Михаэлиса-Ментен.
11. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH и температуры.
12. Ингибирование ферментативных реакций. Основные типы обратимого ингибирования.
13. Активаторы ферментов.

#### **Критерии оценки индивидуального и группового опросов:**

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные (несущественные) пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

#### **Примерные темы рефератов**

1. Ферментативный катализ и живая природа.
2. Каталитические процессы в нефтепереработке.
3. Каталитическая гидрообработка в переработке нефти.
4. Каталитический риформинг нефти в нефтепереработке.
5. Катализаторы Циглера-Натта и полимеризация.
6. Промоторы и каталитические яды.
7. Нуклеофильный катализ.
8. Электрофильный катализ.
9. Фотокатализ.
10. Электрокатализ.
11. Межфазный катализ.
12. Мембранный катализ.
13. Мицеллярный катализ.
14. Бифункциональный гетерогенный катализ.
15. Катализ цеолитами.

#### **Критерии оценки рефератов**

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы реферата. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако им допущены отдельные (несущественные) пробелы в материале реферата. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено существенные пробелы в материале реферата. При ответе на дополнительные вопросы допущены значительные неточности.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных вопросов реферата.

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Модульно-рейтинговая система при обучении в магистратуре не применяется, поэтому рейтинг-план дисциплины не составлялся.

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

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература:**

1. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 504 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe>
2. Темкин, О. Н. Гомогенный металлокомплексный катализ. Кинетические аспекты / О. Н. Темкин. – М.: Академкнига, 2008. – 918 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3084+default+6+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
3. Физическая химия: в 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа. – Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – Изд. 3-е, испр. – 2001. – 319 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+1840+default+5+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
4. Крылов, О. В. Гетерогенный катализ: учеб. пособие для вузов / О. В. Крылов. – М.: ИКЦ Академкнига, 2004. – 679 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+1840+default+10+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>

##### **Дополнительная литература:**

5. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Центр «Академия», 2003, 256 с.
6. Денисов, Е. Т. Кинетика гомогенных химических реакций / Е. Т. Денисов. – М.: Высшая школа, 1978. – 367 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3696+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
7. Боресков, Г. К. Гетерогенный катализ / Г. К. Боресков; Академия наук СССР, Сибирское отделение, Ордена Трудового Красного Знамени Институт катализа; под ред. К. И. Замараева. – М.: Наука, 1986. – 302 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3084+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
8. Базунова, М. В. Технология производства катализаторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. В. Базунова; Башкирский государственный университет. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. – Электрон. версия печ. публикации. – Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. – <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Bazunova\\_Tehnologija\\_proizvodstva\\_katalizatorov\\_up\\_2016.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Bazunova_Tehnologija_proizvodstva_katalizatorov_up_2016.pdf)>.
9. Ерофеев, Б. В. Кинетика гомогенного катализа / АН БССР, Инст-т физ.-орг. химии. – Минск: Наука и техника, 1977. – 318 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3084+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
10. Юфит, С. М. Механизм межфазного катализа / АН СССР, Инст-т орган. химии; Отв. ред. Э. П. Серебряков. – М.: Наука, 1984. – 264 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3084+default+4+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 32110574235 от 13.09.2021 г. Срок действия лицензии до 10.10.2022



**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| № п/п | Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа  |
|-------|---|---|--|---|
|       | Физико-химические основы переработки отходов                              | <p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус)</p> <p><b>2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус)</p> | <p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p align="center"><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Читальный зал № 1</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p align="center"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p align="center"><b>Читальный зал № 5</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт,</p> | <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p> <p>4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>5. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p> |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал №2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 418 (химфак корпус)</p> <p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 416 (химфак корпус).</p> | <p>неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал № 6</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал № 7</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 418</b><br/> Учебная мебель, факсимильным аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5кВТ; 2А,220/0-250В),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolopino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Согe J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Велс1.клавиат ура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p> <p><b>Лаборатория № 416</b><br/> Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель АА-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук Fujitsu Lifeboок F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/BT/15.6"/Wi n7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"CQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200,1500Вт диаметр конфорки 185мм.</p> |  |
|--|--|---|--|--|

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «**Каталитические процессы в промышленности**»  
на 3 семестр  
очная  
форма обучения

| Вид работы  | Объем дисциплины |
|---|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 2 / 72           |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 27.2             |
| лекций  | 16               |
| практических/ семинарских   | 10               |
| лабораторных  | -                |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1.2              |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 19               |
| Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)   | 25.8             |

Форма(ы) контроля:  
экзамен 3 семестр

| № п/п | Тема и содержание   | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия,<br>семинарские занятия,<br>лабораторные работы,<br>самостоятельная работа и<br>трудоемкость (в часах) |        |    |    | Основная и<br>дополнительная<br>литература,<br>рекомендуемая<br>студентам<br>(номера из<br>списка) | Задания по<br>самостоятельной<br>работе студентов | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>(коллоквиумы,<br>контрольные<br>работы,<br>компьютерные<br>тесты и т.п.) |
|-------|---|---|--------|----|----|--|---|--|
|       |   | ЛК  | ПР/СЕМ | ЛР | СР |  |   |  |
| 1     | 2   | 3   | 4      | 5  | 6  | 7  | 8   | 9  |
| 1.    | <p><b>Основные положения катализа.</b><br/> <u>История возникновения и развития катализа.</u> Первые каталитические процессы. Роль катализа в развитии ряда важнейших отраслей промышленности. Значение катализа для природы и современной жизни человека.<br/> <u>Основные понятия.</u> Катализ, его определение. Химическая сущность катализа. Классификация каталитических процессов по фазовому составу и механизмам реакций. Другие виды катализа. Катализаторы. Состав и химическое строение катализаторов. Основные характеристики катализаторов: число оборотов реакции, активность катализатора, удельная активность, избирательность (селективность) катализатора.<br/> <u>Природа действия катализаторов.</u> Энергетические профили некаталитического и каталитического маршрутов химической реакции.<br/> <u>Перспективы для каталитических процессов.</u> Новые области использования катализа.</p> | 3   | 1      | -  | 3  | [1, 3, 5, 6, 9]  | Проработать лекцию, рекоменд. литературу          | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, экзамен   |
| 2.    | <p><b>Кислотно-основной катализ.</b><br/> <u>Теории кислот и оснований.</u> Кислота и основание по Дж. Бренстеду. Примеры. Кислота и основание по Г. Льюису. Примеры.<br/> <u>Типы кислотно-основного катализа в зависимости от природы катализатора.</u> Специфический кислотный катализ. Специфический основной катализ. Общий кислотный катализ. Общий основной катализ. Схемы реакций. Примеры реакций, катализируемых кислотами</p>  | 2   | 1      | -  | 2  | [1, 3, 5, 6, 9]  | Проработать лекции, рекоменд. литературу          | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, экзамен   |

|    |   |   |   |   |   |                 |  |  |
|----|---|---|---|---|---|-----------------|--|--|
|    | и основаниями.<br>Электрофильный катализ. Нуклеофильный катализ.<br>Примеры реакций.<br><u>Кинетика реакций кислотно-основного катализа.</u><br>Влияние концентрации $H_3O^+$ на скорость каталитического процесса. Диаграммы Скрабала.   |   |   |   |   |                 |  |  |
| 3. | <b>Основные виды гомогенного катализа.</b><br><b>Ферментативный катализ.</b><br><u>Основные понятия.</u> Ферменты (энзимы) – биологические катализаторы белковой природы. Роль ферментов в живой природе. Структура ферментов. Активный центр фермента, его состав. Международная классификация ферментов.<br><u>Кинетические закономерности ферментативных реакций.</u> Основные понятия и определения. Кинетика простой ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса, ее физический смысл. Способы определения кинетических параметров. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH и температуры. Ингибирование ферментативных реакций. Основные типы обратимого ингибирования. Активаторы ферментов.<br><b>Металлокомплексный (координационный) катализ.</b><br>Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение кинетических параметров.<br><b>Окислительно-восстановительный катализ.</b><br>Суть окислительно-восстановительного катализа. Примеры окислительно-восстановительных каталитических реакций. Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ.<br><b>Автокатализ.</b><br>Определение автокатализа. Примеры автокаталитических реакций. Кинетический анализ простейшей схемы (на примере реакции иодирования ацетона). | 5 | 2 | - | 5 | [1-3, 5, 6, 9]  | Проработать лекции, рекоменд. литературу | Письменная работа на занятии, индивидуальный, групповой опрос, экзамен |
| 4. | <b>Гетерогенный катализ.</b><br><u>Основные положения.</u> Гетерогенные реакции.  | 6 | 2 | - | 6 | [1, 3, 4-8, 10] | Проработать лекции,                      | Письменная работа на занятии,  |

|    |   |    |    |   |    |        |  |  |
|----|---|----|----|---|----|--------|--|--|
|    | <p>Механизм действия катализатора. Характеристики гетерогенных катализаторов.</p> <p><u>Катализаторы в промышленных процессах.</u> Использование переходных металлов для катализа важнейших промышленных процессов. Пути приготовления катализаторов. Применение носителей в гетерогенном катализе.</p> <p>Использование катализаторов кислотно-основного типа. Твердые кислые катализаторы. Твердые основные катализаторы. Гетерогенные кислотно-основные катализаторы. Применение природных и синтетических цеолитов.</p> <p>Многокомпонентные и многофазные катализаторы. Промоторы (активаторы). Полифункциональные катализаторы.</p> <p>Отравление катализаторов. Типичные каталитические яды. Регенерация катализаторов.</p> <p><u>Адсорбция.</u> Определение. Физическая адсорбция, ее характеристика. Экзотермичность данного процесса. Хемосорбция, ее определение. Краткая характеристика процесса. Каталитический эффект хемосорбции.</p> <p><u>Адсорбционная теория Лэнгмюра.</u> Основные допущения теории. Механизм адсорбционного процесса. Уравнение изотермы Лэнгмюра. Способы нахождения параметров уравнения Лэнгмюра.</p> <p><u>Нелэнгмюровские изотермы адсорбции.</u> Изотерма Генри. Изотерма Фрейндлиха. Изотерма Темкина. Уравнение полимолекулярной адсорбции БЭТ.</p> <p><u>Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.</u> Стадии гетерогенно-каталитической реакции. Лимитирующая стадия. Получение уравнения скорости для мономолекулярной каталитической реакции. Анализ этого уравнения.</p> |    |    |   |    |        | рекоменд. литературу                     | индивидуальный, групповой опрос, экзамен |
| 5. | <b>Заслушивание рефератов по отдельным актуальным темам.</b>  | -  | 4  | - | 3  | [1-10] | Проработать лекции, рекоменд. литературу | Ответы на вопросы по реферату            |
|    | <b>Всего часов:</b>   | 16 | 10 | - | 19 |        |  |  |

