

ХТ<sub>3</sub>/бам/ХТОВ - Б1.Р2.ДВ.2.2 - 30/04/2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р. Е. Алексеева»

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ДПИ

*Казанцев* О. А. Казанцев  
«30» *апреля* 5 (АПМ) 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Механизмы каталитических реакций

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

*код и название направления*

Направленность (профиль)

**Химическая технология органических веществ**

Уровень образования

бакалавриат

Форма обучения

заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Дзержинск, 2018

Составитель рабочей программы дисциплины доцент Еремеев И. В.

  
(подпись)

/ Еремеев И. В. /  
(Ф. И. О.)

Рабочая программа принята на заседании кафедры «Химическая технология»

«28» 04 2018 г.

Протокол заседания № 109

Заведующий кафедрой  
«28» 04 2018 г.

  
(подпись)

/ Казанцев О. А. /  
(Ф. И. О.)

---

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

Химическая технология

(наименование кафедры)

  
(подпись)

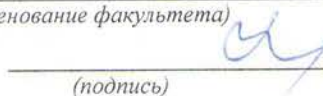
Казанцев О. А.

(расшифровка подписи)

Декан факультета

Инженерно-технологический факультет

(наименование факультета)

  
(подпись)

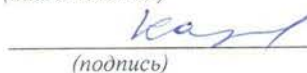
Пастухова Г. В.

(расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по профилю подготовки

Химическая технология органических веществ

(наименование)

  
(подпись)

Казанцев О. А.

(расшифровка подписи)

Заместитель начальника отд. УМБО

  
(подпись)

Воробьева-Дурнакина Е. Г.

(расшифровка подписи)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата.....	6
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	10
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	15
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	24
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	26
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин.....	28
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) .....	28
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	28

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## 1 Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 «Механизмы каталитических реакций» – это дисциплина по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль подготовки: «Химическая технология органических веществ», уровень – бакалавриат.

Профильными для данной дисциплины являются виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская.

Данная дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности: изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- химические вещества и сырьевые материалы для промышленного производства химической продукции;
- методы и приборы определения состава и свойств веществ и материалов;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также методы и средства диагностики и контроля технического состояния технологического оборудования, средства автоматизации и управления технологическими процессами, методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

2.1 Учебная дисциплина обеспечивает:

- частичное формирование компетенции **ОПК-3** - готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;
- частичное формирование компетенции **ПК-18** - готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

Признаки и уровни освоения компетенций приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Признаки и уровни освоения компетенций

Код и содержание компетенции	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень формирования компетенции, место дисциплины
<i>ОПК-3:</i> готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Уровень - углубленный. Формируется частично. Итоговый контроль сформированности компетенции осуществляется в ходе подготовки и защиты ВКР.
<i>ПК-18:</i> готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Уровень - пороговый. Формируется частично. Итоговый контроль сформированности компетенции осуществляется в ходе подготовки и защиты ВКР.

2.2 В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Планируемые результаты обучения

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)		
		Знать	Уметь	Владеть
<b>1. Компетенция ОПК-3</b>				
углубленный	готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	методы исследования свойств промышленных катализаторов; физико-химические основы технологий каталитической переработки углеводородного сырья	выбирать тип катализатора для процессов переработки углеводородного сырья	теорией катализа, позволяющей прогнозировать каталитическую активность веществ в отношении различных процессов переработки углеводородного сырья
<b>2. Компетенция ПК-18</b>				
пороговый	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	- основы теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики; основы теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; - основные принципы организации химического производства, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов	- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач; - выполнять и читать чертежи технических изделий и схем техно-логических процессов	методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учетом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

### **3 Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата**

3.1 Дисциплина (модуль) реализуется в рамках **вариативной** части дисциплин по выбору Блока 1 (Б1.В.ДВ.2.2).

3.2 Дисциплина (модуль) изучается на **5** курсе.

3.3 Требования к входным знаниям, умениям и владениям обучающихся.

Для освоения дисциплины «Механизмы каталитических реакций» обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:** - строение многоэлектронных атомов, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение органических соединений;

- классификацию органических реакций, свойства основных классов органических соединений, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;

- основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.

**УМЕТЬ:** - использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач;

- составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах и прогнозировать влияние температуры на скорость и равновесие процесса;

- выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов.

**ВЛАДЕТЬ:** - методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

- методами определения констант скорости реакций по результатам кинетического эксперимента, методами измерения величины адсорбции и удельной поверхности, приемами регрессионного анализа и статистической обработки массивов информации.

Этапы формирования компетенций и ожидаемые результаты обучения, определяющие уровень сформированности компетенций, указаны в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ОПК-3, ПК-18 вместе с дисциплиной «Механизмы каталитических реакций»

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы обучения				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-3	Общая и неорганическая химия					
	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа					
	Органическая химия					
	Физическая химия					
	Сырьевая база промышленного органического синтеза					
	Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов					
	Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы					
	Механизмы каталитических реакций					
	Теоретические основы получения полимеров					
	Химические технологии переработки растительного сырья					
	Коррозия и защита от коррозии					
	Подготовка и защита ВКР					
	ПК-18	Химические реакторы				
Коллоидная химия						
Сырьевая база промышленного органического синтеза						
Теория химико-технологических процессов органического синтеза						
Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов						
Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности						
Химическая технология органических веществ						
Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы						
Механизмы каталитических реакций						
Теоретические основы получения полимеров						
Химические технологии переработки растительного сырья						
Технология получения и переработки полимеров						

Продолжение таблицы 3.1

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы обучения				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПК-18	Коррозия и защита от коррозии					
	Промышленная экология					
	Ноксология					
	Технология получения виниловых мономеров					
	Технология получения азотсодержащих органических веществ					
	Технология получения галогенсодержащих органических соединений					
	Химия азотсодержащих органических веществ					
	Преддипломная практика					
	Подготовка и защита ВКР					

Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций вместе с дисциплиной «Механизмы каталитических реакций»

Код	Наименование компетенции (дисциплинарной части компетенции)	Наименования дисциплин		
		Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
ОПК-3	готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	1. Общая и неорганическая химия 2. Сырьевая база промышленного органического синтеза 3. Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов 4. Теоретические основы получения полимеров 5. Химические технологии переработки растительного сырья 6. Коррозия и защита от коррозии	1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа 2. Органическая химия 3. Физическая химия 4. Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы 5. Механизмы каталитических реакций 6. Подготовка и защита ВКР	-



Продолжение таблицы 3.2

Код	Наименование компетенции (дисциплинарной части компетенции)	Наименования дисциплин		
		Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
<b>ПК-18</b>	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	1. Коллоидная химия 2. Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы 3. Механизмы каталитических реакций 4. Химические реакторы 5. Сырьевая база промышленного органического синтеза 6. Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов 7. Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 8. Теория химико-технологических процессов органического синтеза 9. Теоретические основы получения полимеров 10. Химические технологии переработки растительного сырья 11. Технология получения и переработки полимеров 12. Коррозия и защита от коррозии 13. Химическая технология органических веществ 14. Промышленная экология 15. Ноксология 16. Технология получения виниловых мономеров 17. Технология получения азотсодержащих органических веществ 18. Технология получения галогенсодержащих органических соединений 19. Химия азотсодержащих органических веществ	1. Преддипломная практика 2. Подготовка и защита ВКР	-

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет **4** зачетные единицы (з.е), что соответствует **144** академическим часам, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем **23** часа, самостоятельная работа обучающихся **117** часов.

В табл. 4.1 представлена структура дисциплины

Таблица 4.1 - Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	18	18
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	-	-
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
- групповые консультации по дисциплине	-	-
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:		
- по проектированию: проект (работа)	-	-
- по выполнению РГР	-	-
- по выполнению КР	5	5
- по составлению реферата, доклада, эссе	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	<b>117</b>	<b>117</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/зачет*(зачет с оценкой)/экзамен)</b>	<b>зачет/4</b>	<b>зачет/4</b>
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

#### **5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1.

Тематическое содержание разделов дисциплины с перечислением содержащихся в них дидактических единиц приведено в табл. 5.2.

Виды самостоятельной работы приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						
		Всего часов (без экзамена)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Внеаудиторная контактная работа	Формируемые компетенции ОК, ОПК, ПК, ПСК
1	Место каталитической химии в системе химических знаний	11	1	-	-	10	-	ОПК-3 ПК-18
2	Теоретические основы гомогенного катализа	24	4	-	-	20	-	ОПК-3 ПК-18
3	Физико-химические основы гетерогенно-каталитических процессов	85	11	-	-	70	5	ОПК-3 ПК-18
4	Производство катализаторов и носителей	19	2	-	-	17	-	ОПК-3 ПК-18
<b>Итого</b>		<b>140</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>117</b>	<b>5</b>	

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Место каталитической химии в системе химических знаний	ОПК-3 ПК-18	<b>Тема 1.1. Достижения неорганической и органической химии.</b> Координационные и металлоорганические соединения. Биорганическая и бионеорганическая химия. Каталитическая химия - высшая ступень эволюции химических знаний. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия.	1	тесты
2	Теоретические основы гомогенного катализа	ОПК-3 ПК-18	<b>Тема 2.1 Классификация гомогенных каталитических процессов.</b> Кислотный, основной и общий катализ. Специфический и общий основной катализ. Координационный окислительно-восстановительный катализ комплексными соединениями. Нуклеофильный и электрофильный катализ. Ферментативный катализ. <b>Тема 2.2 Особенности протекания гомогенных каталитических процессов:</b> теория гомогенного катализа; теория промежуточных соединений. Уравнения кинетики для гомогенно-каталитических реакций. Соотношение Поляни - Семенова. Уравнение Гаммета. Явление синергизма. Теория переходного состояния в приложении к катализу. Энтальпия и энтропия активированного состояния. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы.	4	тесты

Продолжение таблицы 5.2

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
3	Физико-химические основы гетерогенно-каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	<b>Тема 3.1 Научные основы гетерогенного катализа.</b> Твердые тела и их поверхности. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная активность. Селективность катализаторов. Основные стадии катализа. Адсорбция: физическая адсорбция; определение удельной поверхности дисперсных тел; определение пористости; химическая адсорбция; адсорбция на неоднородной поверхности; десорбция. Свойства катализаторов. Промотирование и модифицирование катализаторов. <b>Тема 3.2 Механизмы гетерогенно-каталитических процессов.</b>	11	тесты
4	Производство катализаторов и носителей	ОПК-3 ПК-18	<b>Тема 4.1 Производство адсорбентов и носителей.</b> Силикагель, оксид алюминия, цеолиты (методы, условия, технологии). <b>Тема 4.2 Производство катализаторов.</b> Производство цеолитсодержащих катализаторов крекинга. Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций. Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования. Производство катализаторов для синтез-газа. Катализаторы риформинга углеводородов.	2	тесты
<b>Итого</b>				<b>18</b>	

Таблица 5.3 – Темы практических занятий

*Не предусмотрено*

Таблица 5.4 - Темы лабораторных работ

*Не предусмотрено*

Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студентов

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	<b>Тема 1.1.</b> Достижения неорганической и органической химии.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	8	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	1	
			самостоятельное изучение тем раздела	1	

Продолжение таблицы 5.5

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	<b>Тема 2.1</b> Классификация гомогенных каталитических процессов. <b>Тема 2.2</b> Особенности протекания гомогенных каталитических процессов.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	16	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	2	
			самостоятельное изучение тем раздела	2	
3	<b>Тема 3.1</b> Научные основы гетерогенного катализа. <b>Тема 3.2</b> Механизмы гетерогенно-каталитических процессов.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу и подготовка к тестированию	60	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	5	
			самостоятельное изучение тем раздела	5	
4	<b>Тема 4.1</b> Производство адсорбентов и носителей. <b>Тема 4.2</b> Производство катализаторов.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	15	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	1	
			самостоятельное изучение тем раздела	1	
<b>Итого</b>				<b>117</b>	

5.6 Примерная тематика рефератов (докладов, эссе)  
*не предусмотрено*

5.7 Примерная тематика курсовых проектов (работ)  
*не предусмотрено*

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

6.1 Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы

Раздел	Тема	Содержание занятий	Трудоемкость, часов
1	<b>Тема 1.1.</b> Достижения неорганической и органической химии.	1. Чтение (и составление конспекта) учебных пособий: Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2004.- 679 с., главы 1-3. Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с., глава 1. Кардашев, Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев.- М.: Химия, 1990.- 208 с., глава 8. 2. Работа с основными понятиями.	10
2	<b>Тема 2.1</b> Классификация гомогенных каталитических процессов. <b>Тема 2.2</b> Особенности протекания гомогенных каталитических процессов.	1. Чтение (и составление конспекта) основных учебных пособий: Мастерс, К. Гомогенный катализ переходными металлами / К. Мастерс: Пер. с англ.- М.: Мир, 1983.- 304 с., главы 1, 2. Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с., глава 1. 2. Чтение дополнительной литературы. 3. Работа с основными понятиями.	20
3	<b>Тема 3.1</b> Научные основы гетерогенного катализа. <b>Тема 3.2</b> Механизмы гетерогенно-каталитических процессов.	1. Чтение (и составление конспекта) основных учебных пособий: Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2004.- 679 с., главы 4, 6-8. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов.- Уфа: Гилем, 2002.- 672 с. Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ: физико-химические основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский.- М.: Химия, 1985.- 224 с., главы 1, 4, 6. Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с., глава 3 Киперман, С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С.Л. Киперман.- М.: Химия, 1979.- 352 с., глава 9 2. Чтение дополнительной литературы. 3. Работа с основными понятиями.	70
4	<b>Тема 4.1</b> Производство адсорбентов и носителей. <b>Тема 4.2</b> Производство катализаторов.	1. Чтение (и составление конспекта) основных учебных пособий: Мухленов, И.П. Технология катализаторов / И.П. Мухленов, Е.И. Добкина, В.И. Дерюжкина, В.Е. Сороко; Под ред. И.П. Мухленова.- Изд.2-е, перераб.- Л.: Химия, 1979.- 328 с., главы 2, 3, 5. 2. Чтение дополнительной литературы. 3. Работа с основными понятиями.	17

## 6.2 Список литературы для самостоятельной работы

Список литературы для самостоятельной работы представлен в табл. 6.2.

Таблица 6.2 - Список литературы для самостоятельной работы

№ источника	Наименование источника
1	Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2004.- 679 с.
2	Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов.- Уфа: Гилем, 2002.- 672 с.
3	Кардашев, Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев.- М.: Химия, 1990.- 208 с..
4	Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ: физико-химические основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский.- М.: Химия, 1985.- 224 с.
5	Мастерс, К. Гомогенный катализ переходными металлами / К. Мастерс: Пер. с англ.- М.: Мир, 1983.- 304 с.
6	Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с.
7	Киперман, С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С.Л. Киперман.- М.: Химия, 1979.- 352 с.
8	Мухленов, И.П. Технология катализаторов / И.П. Мухленов, Е.И. Добкина, В.И. Дерюжкина, В.Е. Сороко; Под ред. И.П. Мухленова.- Изд.2-е, перераб.- Л.: Химия, 1979.- 328 с.

### 6.3 Методическое сопровождение самостоятельной работы

Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.ntu.ru/RUS/otd\\_sl/myy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samocst\\_rab.pdf?20](http://www.ntu.ru/RUS/otd_sl/myy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocst_rab.pdf?20)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с дисциплиной «Механизмы каталитических реакций») отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2).

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины «Механизмы каталитических реакций» в этой ценностной цепочке создаем систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Планируемые результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки. Для этого формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделяем 4 критерия, соответствующих степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Эталонный планируемый результат соответствует критерию 4 (точность, правильность, соответствие).

Критерии 1-3 – показатели «отклонений от «эталона»».

Критерий 2 – минимальный приемлемый уровень сформированности компетенции (или ее части).

Таблица 7.1 – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания (j – уровень оценивания)				Этапы контроля
		ниже порогового К1	пороговый К2	углубленный К3	продвинутый К4	
усвоение материала дисциплины	знаниевая компонента	отсутствие усвоения	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	<b>зачет</b>
	деятельностная компонента (задачи, задания)	отсутствие решения	решение с ошибками	правильное решение с отдельными недочетами	правильное решение без ошибок	

Критерии для определения уровня сформированности компетенций в рамках дисциплины при промежуточной аттестации зачет:

Знаниевый компонент (знания) включает в себя планирование знаний на следующих уровнях:

- уровень знакомства с теоретическими основами -  $Z_1$ ;
- уровень воспроизведения -  $Z_2$ ;
- уровень извлечения новых знаний -  $Z_3$ .

Деятельностный компонент (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- умение решать типовые задачи с выбором известного метода, способа -  $Y_1$ ;
- умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов -  $Y_2$ ;
- умение решать нестандартные задачи -  $Y_3$ .

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формировании, описание шкал оценивания (табл. 7.2)

Таблица 7.2 – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения К1	2. Неполное усвоение К2	3. Хорошее усвоение К3	4. Отличное усвоение К4	
<b>Знать ОПК-3</b>					
$Z_1$ - знание методов исследования свойств промышленных катализаторов, физико-химических основ технологий каталитической переработки углеводородного сырья	- не знает методы исследования свойств промышленных катализаторов; - не понимает физико-химические основы технологий каталитической переработки углеводородного сырья	- затрудняется в воспроизведении представлений о методах исследования свойств промышленных катализаторов; - слабо понимает физико-химические основы технологий каталитической переработки углеводородного сырья	- допускает значительные ошибки при воспроизведении современных представлений о методах исследования свойств промышленных катализаторов; - в основном правильно понимает физико-химические основы технологий каталитической переработки углеводородного сырья	- уверенно знает современные представления о методах исследования свойств промышленных катализаторов; - анализирует и способен принимать творческие решения при рассмотрении гетерогенно-каталитических процессов; - способен нести ответственность за принятые решения	зачет
$Z_2$ – знание и воспроизведение методов исследования свойств промышленных катализаторов, физико-химических основ технологий каталитической переработки углеводородного сырья					зачет



Продолжение таблицы 7.2

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения К1	2. Неполное усвоение К2	3. Хорошее усвоение К3	4. Отличное усвоение К4	
З <sub>3</sub> – знание и воспроизведение методов исследования свойств промышленных катализаторов, физико-химических основ технологий каталитической переработки углеводородного сырья; применение этих знаний при рассмотрении других каталитических процессов					зачет
<b>Знать ПК-18</b>					
З <sub>1</sub> - знание основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики; основ теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; основных принципов организации химического производства	- не знает основ теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики, теории поверхностных явлений, процессов массопереноса;	- затрудняется в воспроизведении основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики, теории поверхностных явлений, процессов массопереноса;	- допускает незначительные ошибки при воспроизведении основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики, теории поверхностных явлений, процессов массопереноса;	- уверенно знает основы теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики, основы теории поверхностных явлений, процессов массопереноса;	зачет
З <sub>2</sub> - знание и воспроизведение основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики; основ теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; основных принципов организации химического производства	- не понимает основные принципы организации химического производства	- слабо понимает основные принципы организации химического производства	- в основном правильно понимает основные принципы организации химического производства	- анализирует и способен принимать творческие решения при рассмотрении химического производства	зачет
З <sub>3</sub> - знание и воспроизведение основ теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики; основ теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; основных принципов организации химического производства, методов оценки эффективности производства; общих закономерностей химических процессов					зачет
<b>Уметь ОПК-3</b>					
У <sub>1</sub> - уметь выбирать тип катализатора для процессов переработки углеводородного сырья по аналогии с подобными процессами	- не умеет выбирать тип катализатора для процессов переработки углеводородного сырья	- затрудняется при выборе типа катализатора для процессов переработки углеводородного сырья	- допускает незначительные ошибки при выборе типа катализатора для процессов переработки углеводородного сырья	- уверенно выбирает тип катализатора для процессов переработки углеводородного сырья;	зачет

Продолжение таблицы 7.2

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения К1	2. Неполное усвоение К2	3. Хорошее усвоение К3	4. Отличное усвоение К4	
У <sub>2</sub> - уметь выбирать тип катализатора для процессов переработки углеводородного сырья по аналогии с подобными процессами и другими известными методами				- анализирует и способен принимать творческие решения при выборе типа катализатора	зачет
У <sub>3</sub> - уметь творчески подходить к выбору типа катализатора для процессов переработки углеводородного сырья					
<b>Уметь ПК-18</b>					
У <sub>1</sub> - уметь использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач	- не умеет использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач	- затрудняется при использовании основных химических законов, термодинамических справочных данных и количественных соотношений химии для решения профессиональных задач	- допускает незначительные ошибки при использовании основных химических законов, термодинамических справочных данных и количественных соотношений химии для решения профессиональных задач	- уверенно и творчески использует основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач; - умеет выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов	зачет
У <sub>2</sub> - уметь использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач; - выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов					зачет
У <sub>3</sub> - уметь творчески использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач; - уметь выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов					

7.3 Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3 - Этап текущей аттестации по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля				
		1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
работа на лекциях	участие в групповых обсуждениях	1	отсутствие участия в обсуждении	единичное высказывание	активное участие в обсуждении	высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
	собеседование	2	отсутствие необходимых знаний	знания присутствуют не в полном объеме	присутствуют все необходимые знания	знания, дополняющие рассмотренные в аудитории
<b>Оценка</b>			«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»

**Критериальная оценка** (на основании табл. 7.3):

оценка «удовлетворительно»	<b>1.1 + 1.2 + 1.3 + 2.2</b>
оценка «хорошо»	<b>1.2 + 1.3 + 2.2 + 2.3</b>
оценка «отлично»	<b>1.3 + 1.4 + 2.3 + 2.4</b>

**Оценку «отлично»** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**Оценку «хорошо»** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценку «удовлетворительно»** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, обнаружившему проблемы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

## 7.4 Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **зачет**.

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации **зачет** приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4 – Этап промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				
			1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	Этапы контроля
усвоение материала	знаниевая компонента	З	отсутствие усвоения	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	зачет
	деятельностная компонента	У	-	-	-	-	
<b>Оценка</b>			«незачет»	«зачет»	«зачет»	«зачет»	

**Оценку «зачет»** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «зачет» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении зачетных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «незачет»** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка «незачет» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7.5 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности

### 7.5.1 Конкретная технология оценивания, оценочные средства

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в табл. 5.2 - 5.5, оценочные средства указаны в табл. 7.5.

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (табл. 7.5).

Таблица 7.5 - Паспорт оценочных средств

№ раз-дела	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				вид	количество
1	<b>Тема 1.1.</b> Достижения неорганической и органической химии.	ОПК-3 ПК-18	4	вопросы на зачете	-
2	<b>Тема 2.1</b> Классификация гомогенных каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	2	вопросы на зачете	1
	<b>Тема 2.2</b> Особенности протекания гомогенных каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	2	вопросы на зачете	8
3	<b>Тема 3.1</b> Научные основы гетерогенного катализа	ОПК-3 ПК-18	20	вопросы на зачете	12
	<b>Тема 3.2</b> Механизмы гетерогенно-каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	17	вопросы на зачете	5
4	<b>Тема 4.1</b> Производство адсорбентов и носителей.	ОПК-3 ПК-18	11	вопросы на зачете	5
5	<b>Тема 4.2</b> Производство катализаторов.	ОПК-3 ПК-18	11	вопросы на зачете	5

7.5.2 Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

7.5.2.1 Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

### **Образцы тестовых заданий для текущей и промежуточной аттестации на лекциях и зачете**

#### **ТЗ 1.1 (закрытое)**

Задание: **Катализ это -**

#### Варианты ответа:

**А** - явление селективного ускорения химических реакций веществом (катализатором), который многократно вступает в промежуточные химические реакции, но регенерируется к моменту образования конечных продуктов. Катализатор не расходуется в ходе целевой реакции, но может расходоваться по побочным превращениям.

**Б** - явление селективного замедления химических реакций веществом (катализатором), который многократно вступает в промежуточные химические реакции, но регенерируется к моменту образования конечных продуктов. Катализатор не расходуется в ходе целевой реакции, но может расходоваться по побочным превращениям.

**В** - явление селективного ускорения химических реакций веществом (катализатором), который многократно вступает в промежуточные химические реакции и расходуется в ходе целевой и побочных реакций.

#### **ТЗ 1.2 (закрытое)**

Задание: **Регенерация катализатора по ходу процесса происходит в течение следующего времени от начала каталитического цикла -**

#### Варианты ответа:

А - нескольких часов;

Б - нескольких минут;

В - нескольких секунд;

Г - практически мгновенно.

### ТЗ 3.1 (закрытое)

Задание: Кинетическое уравнение газофазного гетерогенно-каталитического процесса, протекающего по схеме  $A \rightarrow B$  с константой скорости  $k$ , может быть следующим -

#### Варианты ответа:

А -  $W = k \cdot P_A$ ;

Б -  $W = k \cdot b_A \cdot P_A$ ;

В -  $W = k$ ;

Г -  $W = k \cdot P_A \cdot P_B$ ;

Д -  $W = k \cdot P_A + k \cdot P_B$ ;

Е -  $W = k \cdot P_A - k \cdot P_B$ ;

Ж -  $W = (D/\delta) \cdot S \cdot P_A$ ;

З -  $W = v \cdot S \cdot (D \cdot k)^{1/2} \cdot P_A^{(n+1)/2}$ ;

И -  $W = k \cdot b_A \cdot P_A / (1 + b_A \cdot P_A + b_B \cdot P_B)$ ;

К -  $W = k \cdot b_A \cdot P_A / (1 + b_A \cdot P_A + b_B \cdot P_B)^2$ .

#### 7.5.2.2 Критерии оценивания курсовой работы

*Не предусмотрено*

#### 7.5.2.3 Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации

#### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации на зачете**

1. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основные постулаты химической кинетики.
2. Классификация катализаторов и каталитических процессов.
3. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия.
4. Причины каталитического ускорения химических реакций. Общая схема механизма каталитических реакций. Каталитический цикл.
5. Методы построения кинетических уравнений каталитических реакций, их связь с механизмом реакций. Цепные механизмы в катализе.
6. Явление промотирования, отравления и модифицирования в катализе.
7. Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных реакций.

8. Корреляционные зависимости в катализе. Предвидение каталитического действия.
9. Классификация гомогенных катализаторов.
10. Кислотно-основной катализ: общий и специфический. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Функция кислотности. Суперкислотные и суперосновные катализаторы.
11. Металлокомплексный катализ: элементарные стадии металлокомплексного катализа.
12. Ферментативный катализ. Адсорбционные и каталитические центры ферментов.
13. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты. Механизмы ферментативного катализа.
14. Катализ кластерами и наноразмерными частицами. Формирование катализаторов. Влияние размера наночастиц на каталитические свойства.
15. Гетерогенный катализ. Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность.
16. Физическая адсорбция и хемосорбция как стадии гетерогенно - каталитических процессов. Изотерма адсорбции на однородной поверхности.
17. Адсорбционные методы измерения поверхности катализаторов и концентрации каталитически активных центров.
18. Пористая структура катализаторов и методы ее формирования и исследования.
19. Современные представления о природе активных центров гетерогенных катализаторов.
20. Типы гетерогенных катализаторов. Катализ оксидами и сульфидами переходных металлов.
21. Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль бренстедовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния, алюмосиликатах и цеолитах.
22. Кинетика гетерогенных каталитических процессов. Уравнения Ленгмюра-Хиншелвуда. Вид кинетических уравнений в зависимости от природы лимитирующей стадии. Кинетическая и диффузионная области катализа.
23. Основные промышленные каталитические процессы. Получение водорода и синтез-газа. Синтез аммиака и метанола, синтез Фишера - Тропша. Гидрирование и дегидрирование органических соединений.
24. Каталитические процессы в нефтепереработке: крекинг, гидрокрекинг, риформинг, изомеризация и алкилирование.
25. Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии).
26. Производство адсорбентов и носителей: силикагеля, оксида алюминия, цеолитов (методы, условия, технологии).
27. Производство цеолитсодержащих катализаторов крекинга.
28. Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций.
29. Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования.
30. Катализаторы риформинга углеводородов.
31. Природоохранные каталитические технологии.

Таблица 7.6 – Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации

Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)
ОПК-3	№ 17 - 21, 23, 24, 26 - 30
ПК-18	№ 1 - 16, 22, 25, 31

7.6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы представлены ниже:

- Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014 г. [http://www.ntnu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/pologo\\_fonde\\_ocen\\_sredstv.pdf](http://www.ntnu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/pologo_fonde_ocen_sredstv.pdf) ;

- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ [http://www.ntnu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_kontrol\\_yspev.pdf](http://www.ntnu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf) ;

## 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ДВ. 2.2 Механизмы каталитических реакций	К какой части Б1 относится дисциплина	
(полное название дисциплины)	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла
18.03.01	Химическая технология	
(код направления / специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)	
ХТ	Уровень подготовки <input type="checkbox"/> специалист <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения <input type="checkbox"/> очная <input checked="" type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
(аббревиатура направления / специальности)		
2018	Курс <u>5</u>	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>20</u>
(год утверждения учебного плана ОПОП)		

Составитель программы:

Еремеев Игорь Владиславович, Дзержинский политехнический институт, кафедра «Химические и пищевые технологии», тел. 8(8313) 34-40-66.



## СПИСОК ИЗДАНИЙ

№ изда- да- ния	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2004.- 679 с.	55
2	Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов.- Уфа: Гилем, 2002.- 672 с.	2
3	Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ: физико-химические основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский.-М.: Химия, 1985.- 224 с.	3
4	Мастерс, К. Гомогенный катализ переходными металлами / К. Мастерс: Пер. с англ.- М.: Мир, 1983.- 304 с.	7
5	Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с.	1
6	Киперман, С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С.Л. Киперман.- М.: Химия, 1979.- 352 с.	3
7	Мухленов, И.П. Технология катализаторов / И.П. Мухленов, Е.И. Добкина, В.И. Дерюжкина, В.Е. Сороко; Под ред. И.П. Мухленова.- Изд.3-е, перераб.- Л.: Химия, 1989.- 272 с.	46
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Промышленный катализ в лекциях. Выпуски 1-5 / Под ред. проф. А.С. Носкова.- М.: Калвис, 2005 - 2006.	9 каждый выпуск
2	Кардашев, Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев.- М.: Химия, 1990.- 208 с.	1
3	Моррисон, С. Химическая физика поверхности твердого тела / С. Моррисон; перевод с англ.- М.: Мир, 1980.- 488 с.	2

### Основные данные об обеспеченности на

\_\_\_\_\_ (дата составления рабочей программы)

основная литература       обеспечена       не обеспечена

дополнительная литература       обеспечена       не обеспечена

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

### 9.1 Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
  2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
  3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
  4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
  5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
  6. Федеральный образовательный портал. Социально-гуманитарное и политическое образование. <http://www.humanities.edu.ru/>
  7. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
  8. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
  9. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
  10. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>
  11. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей. <http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
  12. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>.
  13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
14. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.

### 9.2 Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>

#### 9.2.1 Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

*Электронный каталог книг* <http://library.nntu.nnov.ru/>

*Электронный каталог периодических изданий* <http://library.nntu.nnov.ru/>

*Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН* <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»

[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Реферативные наукометрические базы

*Web of Science* [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do)

*Scopus* <http://www.scopus.com/>

Реферативные журналы [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref\\_gyrnal\\_14.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm)

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

База данных гостей РосИнформ Вологодского ЦНТИ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza\\_gost.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm)

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Персональные библиографические указатели ученых НГТУ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)

*Доступ онлайн*

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных Web of Science Core Collection

База данных Polpred.com Обзор СМИ

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

9.3 Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексева

Электронная библиотека [http://cdot-nntu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nntu.ru/?page_id=312)

*Другое, что вы используете в качестве ресурсов сети «Интернет».*

9.4 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

9.4.1 Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://window.edu.ru/catalog/>

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронный каталог - локально

9.4.2 Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

**Реферативные журналы Falcon 2.0** - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepoddingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений [http://dpi-ngtu.ru/doc\\_for\\_load/novie\\_postuplenia.pdf](http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf)

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bilt.html>

9.4.3 Интернет-ресурсы <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

9.4.4 Материалы в помощь студентам: <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### 10.1 Методические рекомендации НГТУ им. Р.Е.Алексеева:

- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:  
[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).  
Дата обращения 23.09.2015.
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:  
[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20). Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:  
[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).
- Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес:  
[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях:

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Специализированная аудитория № 2305, оснащенная стендами и мультимедийной установкой, отвечающими содержанию дисциплины. Предназначена для чтения лекций и проведения зачета по дисциплине «Механизмы каталитических реакций».