

ХТ₃ / Бак / ХТОВ - Б.И.В.ДВ.2.1 - 08/04/2019

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р. Е. Алексеева»

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Химические и пищевые технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ДПИ

Каз

О. А. Казанцев

« 08 »

апрель

2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы

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, 2019

Составитель рабочей программы дисциплины доцент Еремеев И. В.


(подпись)

/ Еремеев И. В. /
(Ф. И. О.)

Рабочая программа принята на заседании кафедры «Химические и пищевые технологии»

«05» 04 2019 г.

Протокол заседания № 9а

Заведующий кафедрой
«05» 04 2019 г.


(подпись)

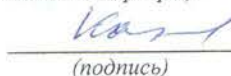
/ Казанцев О. А. /
(Ф. И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

Химические и пищевые технологии

(наименование кафедры)


(подпись)

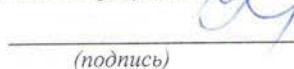
Казанцев О. А.

(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

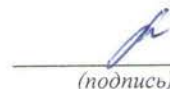
(наименование)


(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	14
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	15
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	23
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	25
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин.....	27
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	27
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	27

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1 Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы» – 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
1. Компетенция ОПК-3				
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	основы представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно - каталитических процессах, причины каталитического ускорения химических реакций и особенности гетерогенно - каталитических процессов	формировать кинетические уравнения гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания	основами факторов, влияющих на протекание гетерогенно - каталитического процесса
2. Компетенция ПК-18				
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 технологических 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.2.1).

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

3.3 Требования к входным знаниям, умениям и владениям обучающихся.

Для освоения дисциплины «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы» обучающийся должен:

ЗНАТЬ: - принципы классификации и номенклатуру органических соединений; строение органических соединений; основные методы синтеза органических веществ;

- основы теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики и кинетики сложных реакций; основы теории гомогенного катализа, поверхностных явлений, процессов массо- и теплопереноса;

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

УМЕТЬ: - выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;

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

- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

- составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;

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

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

- 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 Б1.В.ДВ.2.1 «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы»

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 Б1.В.ДВ.2.1 «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы»

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)
ПК-18	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 **3** зачетные единицы (з.е), что соответствует **108** академическим часам, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем **23** часа, самостоятельная работа обучающихся **81** час.

В табл. 4.1 представлена структура дисциплины

Таблица 4.1 - Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	23	23
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	18	18
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	-	-
- практикумы (П)	-	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	5	5
- 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	-	-
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	81	81
Вид промежуточной аттестации (зачет/зачет*(зачет с оценкой)/экзамен)	зачет/4	зачет/4
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3	108/3

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	Физические методы стимулирования химических процессов	12	2	-	-	10	-	ОПК-3 ПК-18
2	Каталитическое стимулирование химических процессов	65	10	-	-	50	5	ОПК-3 ПК-18
3	Технологические вопросы гетерогенно-каталитических процессов	27	6	-	-	21	-	ОПК-3 ПК-18
Итого		104	18	-	-	81	5	

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	Физические методы стимулирования химических процессов	ОПК-3 ПК-18	Тема 1.1. Введение. Влияние температуры и давления на равновесие и скорость химических реакций. Стимулирование химических процессов под действием различных излучений (УФ, ионизирующего, СВЧ-излучений и др.), при наложении на реакционную систему электрического тока или механических полей. Примеры технологического воплощения физических методов стимулирования химических процессов и их основные недостатки.	2	тесты
2	Каталитическое стимулирование химических процессов	ОПК-3 ПК-18	Тема 2.1 Основные понятия и определения гомогенного и гетерогенного катализа (катализ, катализаторы, промоторы, сокатализаторы, каталитические яды и др.). Классификация каталитических процессов. Классификация гетерогенных катализаторов. Макроскопический механизм гетерогенно-каталитических процессов. Тема 2.2 Адсорбция: основные понятия и определения, виды и формы адсорбции, критерии физической и химической адсорбции, варианты поведения адсорбированных частиц на поверхности твердых тел, математические модели адсорбции. Твердые тела и их поверхности, дефекты кристаллической структуры и их классификация. Равновесие адсорбционных процессов: изотермы адсорбции на однородных (изотерма Лэнгмюра) и неоднородных (степенная и логарифмическая изотермы) поверхностях. Активация молекул при адсорбции и причины каталитического ускорения.	10	тесты

Продолжение таблицы 5.2

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2		ОПК-3 ПК-18	<p>Тема 2.3 Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов: области протекания (кинетическая, внешнедиффузионная, внутреннедиффузионная, переходные), кинетические уравнения для различных областей протекания, влияние различных факторов на скорость процесса в разных областях протекания, изменение селективности процесса при переходе из одной области протекания в другую, критерии влияния внешней и внутренней диффузии на скорость процесса.</p> <p>Тема 2.4 Взаимодействие катализатора и реакционной среды, сопутствующие процессы: изменение основных целевых свойств гетерогенных катализаторов (активности, селективности действия, времени стабильной работы) под влиянием реакционной среды, основные процессы, ответственные за такие изменения, регенерация катализаторов.</p> <p>Тема 2.5 Современное состояние проблемы прогнозирования каталитического действия веществ: корреляционные соотношения, принцип энергетического соответствия, математико-статистические методы, методы квантовой химии.</p> <p>Тема 2.6 Методы изучения свойств гетерогенных катализаторов: химический и фазовый состав, каталитическая активность, удельная поверхность, распределение частиц по размерам, механическая прочность.</p>		
3	Технологические вопросы гетерогенно-каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	<p>Тема 3.1 Основные методы приготовления гетерогенных катализаторов.</p> <p>Тема 3.2 Промышленные каталитические реакторы: типы реакторов, их особенности и основные задачи расчета.</p> <p>Тема 3.3 Примеры гетерогенно-каталитических процессов в тяжелом органическом и нефтехимическом синтезе: гидрохлорирование ацетилена в винилхлорид, каталитические крекинг и риформинг нефтяных фракций (сырье, целевые продукты, химизм процессов, катализаторы, условия проведения, типы реакторов, производительность установок, принципиальные технологические схемы).</p>	6	тесты
Итого				18	

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	Тема 1.1 Введение. Влияние температуры и давления на равновесие и скорость химических реакций. Стимулирование химических процессов под действием различных излучений (УФ, ионизирующего, СВЧ-излучений и др.), при наложении на реакционную систему электрического тока или механических полей. Примеры технологического воплощения физических методов стимулирования химических процессов и их основные недостатки.	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	
2	Тема 2.1 Основные понятия и определения гомогенного и гетерогенного катализа. Тема 2.2 Адсорбция. Тема 2.3 Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов. Тема 2.4 Взаимодействие катализатора и реакционной среды, сопутствующие процессы. Тема 2.5 Современное состояние проблемы прогнозирования каталитического действия веществ. Тема 2.6 Методы изучения свойств гетерогенных катализаторов.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу и подготовка к тестированию	40	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	5	
			самостоятельное изучение тем раздела	5	
3	Тема 3.1 Основные методы приготовления гетерогенных катализаторов. Тема 3.2 Промышленные каталитические реакторы. Тема 3.3 Примеры гетерогенно-каталитических процессов в тяжелом органическом и нефтехимическом синтезе.	ОПК-3 ПК-18	чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	18	тесты
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	1	
			самостоятельное изучение тем раздела	2	
Итого				81	

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	Тема 1.1 Введение. Влияние температуры и давления на равновесие и скорость химических реакций. Стимулирование химических процессов под действием различных излучений (УФ, ионизирующего, СВЧ-излучений и др.), при наложении на реакционную систему электрического тока или механических полей. Примеры технологического воплощения физических методов стимулирования химических процессов и их основные недостатки.	1. Чтение (и составление конспекта) монографии: 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	Тема 2.1 Основные понятия и определения гомогенного и гетерогенного катализа Тема 2.2 Адсорбция Тема 2.3 Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов Тема 2.4 Взаимодействие катализатора и реакционной среды, сопутствующие процессы Тема 2.5 Современное состояние проблемы прогнозирования каталитического действия веществ Тема 2.6 Методы изучения свойств гетерогенных катализаторов	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 1-3. Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ: физико-химические основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский.- М.: Химия, 1985.- 224 с., главы 4 и 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.	50
3	Тема 3.1 Основные методы приготовления гетерогенных катализаторов. Тема 3.2 Промышленные каталитические реакторы Тема 3.3 Примеры гетерогенно-каталитических процессов в тяжелом органическом и нефтехимическом синтезе	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 5, 10. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов.- Уфа: Гилем, 2002.- 672 с. Промышленный катализ в лекциях. Выпуски 1-5 / Под ред. проф. А.С. Носкова.- М.: Калвис, 2005 - 2006. 2. Чтение дополнительной литературы. 3. Работа с основными понятиями.	21

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	Промышленный катализ в лекциях. Выпуски 1-5 / Под ред. проф. А.С. Носкова.- М.: Калвис, 2005 - 2006.
2	Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2004.- 679 с., главы 1-3.

	мкнига, 2004.- 679 с.
3	Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов.- Уфа: Гилем, 2002.- 672 с
4	Кардашев, Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев.- М.: Химия, 1990.- 208 с.
5	Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ: физико-химические основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский.- М.: Химия, 1985.- 224 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.

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/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_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 «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы») отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2).

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы» 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	зачет
	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 - У₁;
- умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов - У₂;
- умение решать нестандартные задачи - У₃.

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, 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	
Знать ОПК-3					
З ₁ - знание основ представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно-каталитических процессах, понимание причин каталитического ускорения химических реакций	- не знает основ представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно-каталитических процессах; - не понимает причин каталитического ускорения химических реакций	- затрудняется в воспроизведении современных представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно-каталитических процессах; - слабо понимает причины каталитического ускорения химических реакций	- допускает незначительные ошибки при воспроизведении современных представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно-каталитических процессах; - в основном правильно понимает причины каталитического ускорения химических реакций	- уверенно знает современные представления о гетерогенных катализаторах и гетерогенно-каталитических процессах; - анализирует и способен принимать творческие решения при рассмотрении гетерогенно-каталитических процессов; - способен нести ответственность за принятые решения	зачет
З ₂ – знание и воспроизведение основ представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно - каталитических процессах, понимание причин каталитического ускорения химических реакций					зачет
З ₃ – знание и воспроизведение основ представлений о гетерогенных катализаторах и гетерогенно- каталитических процессах, понимание причин каталитического ускорения химических реакций и особенностей гетерогенно - каталитических процессов					зачет
Знать ПК-18					
З ₁ - 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; - не понимает основные принципы организации химического производства	- затрудняется в воспроизведении основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики, теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; - слабо понимает основные принципы организации химического производства	- допускает незначительные ошибки при воспроизведении основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики, теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; - в основном правильно понимает основные принципы организации химического производства	- уверенно знает основы теории реакционной способности химических веществ, уравнения формальной кинетики, основы теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; - анализирует и способен принимать творческие решения при рассмотрении химического производства	зачет
З ₂ - знание и воспроизведение основ теории реакционной способности химических веществ, уравнений формальной кинетики; основ теории поверхностных явлений, процессов массопереноса; основных принципов организации химического производства					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 ₃ - 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
Уметь ОПК-3					
У ₁ - уметь формировать кинетические уравнения гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма для кинетической области протекания	- не умеет формировать кинетические уравнения гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания	- затрудняется при формировании кинетических уравнений гетерогенно-каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания	- допускает незначительные ошибки при формировании кинетических уравнений гетерогенно-каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания	- уверенно формирует кинетические уравнения гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания - анализирует и способен принимать творческие решения при рассмотрении кинетики гетерогенно-каталитического процесса	зачет
У ₂ - уметь формировать кинетические уравнения гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания					зачет
У ₃ - уметь творчески подходить к формированию кинетических уравнений гетерогенно - каталитического процесса исходя из его стадийного механизма и области протекания					зачет
Уметь ПК-18					
У ₁ - 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	зачет
У ₂ - 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

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 ₃ - 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				чертежи технических изделий и схем технологических процессов	зачет

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
Оценка			«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»

Критериальная оценка (на основании табл. 7.3):

оценка «удовлетворительно»	1.1 + 1.2 + 1.3 + 2.2
оценка «хорошо»	1.2 + 1.3 + 2.2 + 2.3
оценка «отлично»	1.3 + 1.4 + 2.3 + 2.4

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 пробелы 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	-	-	-	-	
Оценка			«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	Тема 1.1 Введение. Влияние температуры и давления на равновесие и скорость химических реакций. Стимулирование химических процессов под действием различных излучений (УФ, ионизирующего, СВЧ-излучений и др.), при наложении на реакционную систему электрического тока или механических полей. Примеры технологического воплощения физических методов стимулирования химических процессов и их основные недостатки.	ОПК-3 ПК-18	-	вопросы на зачете	1
2	Тема 2.1 Основные понятия и определения гомогенного и гетерогенного катализа	ОПК-3 ПК-18	14	вопросы на зачете	3
	Тема 2.2 Адсорбция	ОПК-3 ПК-18	11	вопросы на зачете	3
	Тема 2.3 Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов	ОПК-3 ПК-18	12	вопросы на зачете	5
	Тема 2.4 Взаимодействие катализатора и реакционной среды, сопутствующие процессы	ОПК-3 ПК-18	3	вопросы на зачете	1
	Тема 2.5 Современное состояние проблемы прогнозирования каталитического действия веществ	ОПК-3 ПК-18	-	вопросы на зачете	1
	Тема 2.6 Методы изучения свойств гетерогенных катализаторов	ОПК-3 ПК-18	-	вопросы на зачете	1
3	Тема 3.1 Основные методы приготовления гетерогенных катализаторов.	ОПК-3 ПК-18	-	вопросы на зачете	1
	Тема 3.2 Промышленные каталитические реакторы	ОПК-3 ПК-18	7	вопросы на зачете	4
	Тема 3.3 Примеры гетерогенно-каталитических процессов в тяжелом органическом и нефтехимическом синтезе	ОПК-3 ПК-18	9	вопросы на зачете	3

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

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

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

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

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

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

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:

Стимулирование химических процессов наложением температурных, электрических, механических, электромагнитных полей.

1. Понятие катализа и катализатора химических процессов. Классификация каталитических реакций.
2. Макроскопический механизм гетерогенно-каталитических процессов.
3. Явление адсорбции, виды адсорбции, критерии физической и химической адсорбции.
4. Поведение частиц на поверхности твердых тел. Поверхностная диффузия, адсорбционные формы, сопутствующие процессы. Модели адсорбции.
5. Равновесие адсорбционных процессов. Изотермы адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях.
6. Области протекания гетерогенно-каталитических процессов.
7. Кинетические уравнения гетерогенно-каталитических процессов в кинетической области и влияние различных факторов на скорость процесса.
8. Кинетическое уравнение гетерогенно-каталитических процессов в области внешней диффузии и влияние различных факторов на скорость процесса.
9. Кинетическое уравнение гетерогенно-каталитических процессов в области внутренней диффузии и влияние различных факторов на скорость процесса.
10. Критерии влияния внешней и внутренней диффузии в гетерогенно-каталитических процессах.
11. Взаимодействие катализатора и реакционной среды. Изменение основных целевых свойств гетерогенных катализаторов под действием реакционной среды. Регенерация катализаторов.
12. Причины каталитического ускорения и функции катализаторов в химических процессах.
13. Прогнозирование каталитического действия веществ.
14. Методы изучения свойств гетерогенных катализаторов.
15. Основные методы приготовления гетерогенных катализаторов.
16. Типы реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.
17. Реакторы с теплообменом через стенку и адиабатические реакторы, их сравнительная характеристика.
18. Реакторы с неподвижным и движущимся слоем катализатора, их сравнительная характеристика.
19. Исходные данные и цели расчета реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.
20. Технология получения винилхлорида гидрохлорированием ацетилена.
21. Каталитический крекинг.
22. Каталитический риформинг.

Таблица 7.6 – Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации

Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)
ОПК-3	№ 1 - 16
ПК-18	№ 1, 3 - 12, 17 - 23

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.ntu.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.ntu.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. 2.1 Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы	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)		
<u>2019</u> (год утверждения учебного плана ОПОП)	Курс <u>5</u>	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>20</u>

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
1 Основная литература		
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.	12
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	Сокольский, Д.В. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь.- М.: Высшая школа, 1981.- 215 с.	1
5	Киперман, С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С.Л. Киперман.- М.: Химия, 1979.- 352 с.	3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
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

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

Реферативные наукометрические базы

Web of Science 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

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

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

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 WebofScienceCoreCollection

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

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-virtvistavkaprepoddpingtu>

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

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.rii/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.
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_samost_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.
- 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.

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 «Гетерогенные катализаторы и каталитические процессы».