

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев



« 06 » 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов»**

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Процессы и аппараты химических технологий
Научная специальность	05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Машины и аппараты производственных процессов (МАПП)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт: 4	Экзамен: нет

Пермь 2017

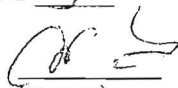
Рабочая программа дисциплины «Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МАПП

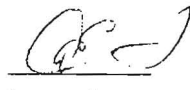
Протокол от «19» *сентября* 2017г. № 9

Зав. кафедрой д.т.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)


Загидуллин С.Х.
(Фамилия И.О.)

Разработчик д.т.н., профессор
Программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Загидуллин С.Х.
(Фамилия И.О.)

Руководитель д.т.н., профессор
Программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Загидуллин С.Х.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1 Общие положения

1.1 Цель дисциплины – формирование комплекса знаний по вопросам специфических свойств гетерогенных систем, образующихся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующую компетенцию:

- способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);
- знает и способен исследовать основные физические, химические, гидродинамические и термодинамические закономерности процессов химических технологий (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний** об условиях образования и разрушения гетерогенных систем в химико-технологических процессах нефтегазопереработки;
- **формирование умений** производить выбор оптимальных условий образования и (или) разрушения гетерогенных систем в нефтегазопереработке;
- **формирование навыков** определения и расчёта важнейших характеристик гетерогенных систем и их изменений в химико-технологических процессах нефтегазопереработки.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- гетерогенные системы, образующиеся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности;
- физико-химические процессы, протекающие в гетерогенных системах (адгезия, когезия, адсорбция, капиллярные явления, структурообразование и др.);
- технологические расчёты наиболее распространённых процессов образования (разрушения) гетерогенных систем, образующихся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

1.4 Место дисциплины в структуре образовательной подготовки

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.4 «Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в п. 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - классификацию и основные характеристики гетерогенных систем, и физические основы поверхностных явлений;
 - основы теории получения и разрушения гетерогенных систем различной природы, реологию и структурно-механические характеристики гетерогенных систем.
- **уметь:**
 - выполнять технологические расчёты аппаратов для получения и разделения гетерогенных систем;
 - пользоваться технической и нормативной документацией, справочной и научно-технической литературой.
- **владеть:**
 - навыками решения практических задач, связанных с выбором условий проведения химико-технологических процессов в гетерогенных системах;
 - навыками расчёта и выбора оптимальных аппаратов нефтегазопереработки для решения конкретных производственных задач с участием гетерогенных систем;
 - навыками работы с технической документацией на реакторы и аппараты нефтегазопереработки, работы со справочной и научно-технической литературой.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции: Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий
Код ОПК-1 Б1.В.ДВ.2.4	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Знание приоритетных направлений развития современной химической технологии и технологических процессов нефтегазопереработки

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенции	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - основы теории протекающих технологических процессов в реакторах и аппаратах нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем;	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Уметь: - пользоваться технической и нормативной документацией;	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеть: - навыками работы с технической документацией на реакторы и аппараты нефтегазопереработки, работы со справочной и научно-технической литературой.	Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции: Знает и способен исследовать основные физические, химические, гидродинамические и термодинамические закономерности процессов химических технологий.
Код ПК-1 Б1.В.ДВ.2.4	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Знает и способен исследовать основные физические, химические, гидродинамические и термодинамические закономерности процессов химических технологий.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенции	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знать: - принцип действия реакторов и аппаратов нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем; - методы технологических расчётов реакторов и аппаратов нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем для обеспечения высокой производительности и качества продукции	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: - выполнять технологические расчёты реакторов и аппаратов нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем;	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: - навыками решения практических задач, связанных с выбором условий проведения химико-технологических процессов в гетерогенных системах; - навыками расчёта и выбора реакторов и аппаратов нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем для решения конкретных производственных задач.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	54
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачёт

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела	Номер темы	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		Аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа	
		всего	Л	ПЗ				
1	1	2	-	2	-	-	6	8
	2	2	-	2	-	-	6	8
Всего по разделу:		4	-	4	0,5	-	12	16,5
2	3	2	-	2	-	-	6	8
	4	2	-	2	-	-	6	8
Всего по разделу:		4	-	4	0,5	-	12	16,5
3	5	2	-	2	-	-	8	10
	6	2	-	2	-	-	7	9
	7	2	-	2	-	-	8	10
	8	2	-	2	-	-	7	9
Всего по разделу:		8	-	8	1	-	30	39
Промежуточная аттестация		-	-	-	-	-	-	-
Итого:		16	-	16	2	-	54	72/2

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Введение. ПЗ – 0,25 ч.

Предмет и задачи курса «Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов». Классификация гетерогенных систем. Роль гетерогенных систем в процессах химической технологии.

Раздел 1. Поверхность раздела фаз и поверхностные явления

ПЗ – 1,75 ч, СР – 12 ч.

Тема 1. Термодинамика поверхностного слоя, поверхностное натяжение. Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Адгезия, когезия и аутогезия. Закон Дюпре-Юнга. Капиллярные явления, законы Лапласа и Томсона-Кельвина. Капиллярное поднятие жидкостей, формула Жюрена.

Тема 2. Поверхностные явления.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Влияние ПАВ на смачивание и адгезию, применение в технике. Адсорбция. Физико-химические основы адсорбции на

гладких поверхностях. Закон Генри, уравнения Ленгмюра, Фрейндлиха, теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Адсорбция на пористых телах. Основные характеристики адсорбентов, способы их получения.

Раздел 2. Образование и получение гетерогенных систем

ПЗ – 4 ч, СР – 12 ч.

Тема 3. *Методы получения гетерогенных систем.*

Метод диспергирования и дезагрегации. Способы интенсификации процесса. Эффект Ребиндера.

Тема 4. *Гипотезы диспергирования твердых материалов.*

Уравнения Ребиндера Риттингера, Кика-Кирпичева.

Раздел 3. Конденсационно-кристаллизационный методы получения гетерогенных систем

ПЗ – 8 ч, СР – 30 ч.

Тема 5. *Гомогенное зародышеобразование новой фазы.*

Уравнение Кельвина-Томсона. Энергия Гиббса образования новой фазы.

Тема 6. *Гетерогенное зародышеобразование новой фазы.*

Теории процесса зародышеобразования.

Тема 7. *Термодинамика и кинетика зародышеобразования новой фазы.*

Две стадии образования и роста новой фазы.

Тема 8. *Кинетика роста новой фазы.*

Теории роста новой фазы.

4.3 Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.4 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	1, 2	Расчет скорости осаждения дисперсных частиц в жидкой и газообразной средах. Расчет процесса адсорбции на пористых телах.
2	3, 4	Расчет работы диспергирования Расчет скорости разделения гетерогенных систем методом фильтрования через пористые перегородки.
3	5, 6,	Расчет кристаллизаторов периодического действия.
4	7, 8	Расчет кристаллизаторов непрерывного действия

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно
1	1, 2	Теоретические основы поверхностных явлений
2	3, 4	Теоретические основы процессов получения гетерогенных систем методом диспергирования
3	5, 6	Теоретические основы процессов получения гетерогенных систем методом конденсации
4	7, 8	Теоретические основы процессов зародышеобразования и роста новой фазы
5	9, 10, 11	Теоретические основы реологии

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля по дисциплине «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ДВ.2.4 «Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>								
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="657 479 735 524"></td> <td data-bbox="735 479 1098 524">базовая часть цикла</td> <td data-bbox="1098 479 1176 524"></td> <td data-bbox="1176 479 1473 524">обязательная</td> </tr> <tr> <td data-bbox="657 524 735 602">x</td> <td data-bbox="735 524 1098 602">вариативная часть цикла</td> <td data-bbox="1098 524 1176 602">x</td> <td data-bbox="1176 524 1473 602">по выбору аспиранта</td> </tr> </table>		базовая часть цикла		обязательная	x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта
	базовая часть цикла		обязательная						
x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта						
18.06.01/ 05.17.08 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Химическая технология / Процессы и аппараты химических технологий <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>								
2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы): 4 Количество аспирантов: 3								

Факультет химико-технологический

Кафедра машины и аппараты производственных процессов

тел. 8(342)239-16-27; mapp@pstu.ru
 (контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Коллоидная химия : учебник для бакалавров / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 7-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 444 с.	2
2	Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов: фундаментальные аспекты, технологические приложения: учебное пособие для вузов / Н. Б. Урьев. - Долгопрудный : Интеллект, 2013.-231 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Курс коллоидной химии: учебник / Д. А. Фридрихсберг. - 4-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. - 411 с.	11 + ЭБС «Лань»
2	Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. – 4-е изд. стер. – Москва: Альянс, 2009. - 463 с.	20
3	Загидуллин С.Х. Избранные главы физикохимии гетерогенных процессов (избранные главы). Конспект лекций / Перм. гос. техн. ун-т. - Пермь, 2005. – 57 с.	14 + Вышш. школа ЭБ
4	Шукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Изд. МГУ, 2004. – 445 с. Учебник для вузов.	141
5	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие – М.:ООО «Рус Медиа Консалт., 2004. – 576 с. М.: Альянс, 2006	481 8
2.2 Периодические издания		
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		

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

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Лекционное и практическое	Windows XP Professional	42615552	Операционная система
2	Лекционное и практическое	Microsoft Office 2007	42661567	Демонстрация теоретического материала, выполнения работ и расчётов
3	Лекционное и практическое	Open Office	Freeware	Демонстрация теоретического материала, выполнения работ и расчётов

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии кафедры МАПП	Кафедра МАПП	а. 105, к. Б	107	20
2	Лаборатория реакторов и общей химической технологии	Кафедра МАПП	а. 019, к. Б	89	12
3	Компьютерный класс	Кафедра МАПП	110	30	10

9.2 Основное учебное оборудование

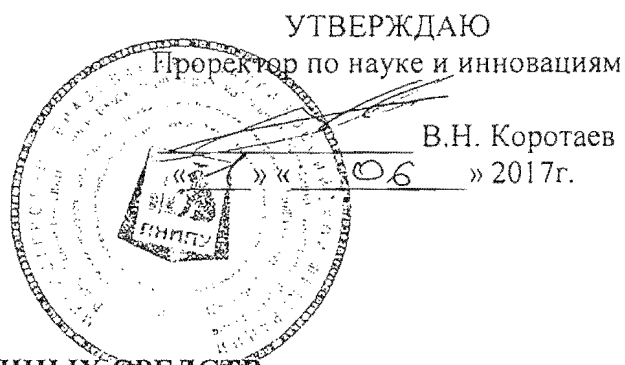
Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Установка каталитического крекинга с шариковым катализатором	1	оперативное управление	019, к. Б
2	Теплообменник пластинчатого типа	1	оперативное управление	105, к. Б
3	Лабораторная ректификационная колонна	1	оперативное управление	105, к. Б
4	Макет колонного аппарата для получения битумов	1	оперативное управление	011, к. Б
5	Лабораторные барабанные вакуум-фильтры	1	Оперативное управление	105, к. Б, 011, к.Б
6	Макет колонного аппарата для селективной очистки масел	1	оперативное управление	011, к. Б
7	Компьютер Intel Pentium 4 CPU 2,4 GHz.	5	оперативное управление	110, к. Б
8	Intel Pentium 2 350 MG _z .	1	оперативное управление	110, к. Б
9	AMD Athlon (tm) 1 ГГц	2	оперативное управление	110, к. Б
10	AMD Athlon (tm) XP 15007	1	оперативное управление	110, к. Б
11	AMD Athlon (tm) 900 MHz.	1	оперативное управление	110, к. Б
12	Intel Celeron 400 MG _z .	1	оперативное управление	110, к. Б

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер прото- кола заседания ка- федры. Подпись за- ведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Процессы и аппараты химических технологий»

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Процессы и аппараты химических технологий
Научная специальность	05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Машины и аппараты производственных процессов (МАПП)
Форма обучения	Очная
Курс: 2.3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт: 4	Экзамен: 5

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты химических технологий» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология.

- Общая характеристика образовательной программы.

- Паспорт научной специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры МАПП

Протокол от «19» сентября 2017г. № 9.

/ Зав. кафедрой, д.т.н., проф.



Загидуллин С.Х.

/ Руководитель программы,
д.т.н., проф.



Загидуллин С.Х.

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации



Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

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

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ОД.1.1 «Процессы и аппараты химических технологий» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ОПК-1: способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий.

ПК-1: знает и способен исследовать основные физические, химические, гидродинамические и термодинамические закономерности процессов химических технологий.

ПК-2: знает и способен исследовать влияние конструкционных характеристик аппаратов химических технологий на эффективность их функционирования

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 принципы составления уравнений материального и теплового балансов; аналитические и численные методы решения уравнений материального и теплового балансов; матрицы планов эксперимента первого и второго порядка; методы оптимизации эксперимента.	С	ТВ		
3.2 основные физические, химические, гидродинамические и термодинамические закономерности процессов химических технологий, а также их влияние на эффективность работы химико-технологического оборудования.			С	ТВ
3.3 основные конструкционные характеристики аппаратов и характер их влияния на эффективность и интенсивность протекания процессов химических технологий.			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 решать уравнений материального и теплового балансов; составлять матрицы планов эксперимента первого и второго порядка; выбирать факторы и определять область проведения эксперимента.	ОТЗ	ПЗ		
У.2 составлять научно-обоснованные планы проведения исследований по изучению влияния основных физических, химических, гидродинамических и термодинамических закономерностей процессов химических технологий на эффективность работы химико-технологического оборудования.			ОТЗ	ПЗ
У.3 составлять научно-обоснованные планы проведения исследований по изучению влияния конструкционных характеристик аппаратов на эффективность и интенсивность протекания процессов химических технологий.			ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 практическими навыками решения уравнений материального и теплового балансов; навыками составления организационных планов эксперимента, а также навыками его проведения, оптимизации и обработки результатов.	ОТЗ	ПЗ		
В.2 практическими навыками исследования влияния основных физических, химических, гидродинамических и термодинамических закономерностей процессов химических технологий на эффективность работы химико-			ОТЗ	ПЗ

технологического оборудования.				
В.3 практическими навыками исследования влияния конструкционных характеристик аппаратов на эффективность и интенсивность протекания процессов химических технологий.			ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

▪ Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

▪ Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

▪ Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
Незачтено	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

**Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на кандидатском экзамене**

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

4.1 Типовые творческие задания:

1. Решить аналитически уравнение модели идеального вытеснения для трубного пространства кожухотрубчатого теплообменника считая, что температура теплоносителя в межтрубном пространстве постоянна по объёму и времени.

2. Решить численным способом с помощью компьютера уравнения моделей идеального вытеснения для каждого из теплоносителей теплообменника типа труба в трубе считая что теплоносители движутся прямооток.

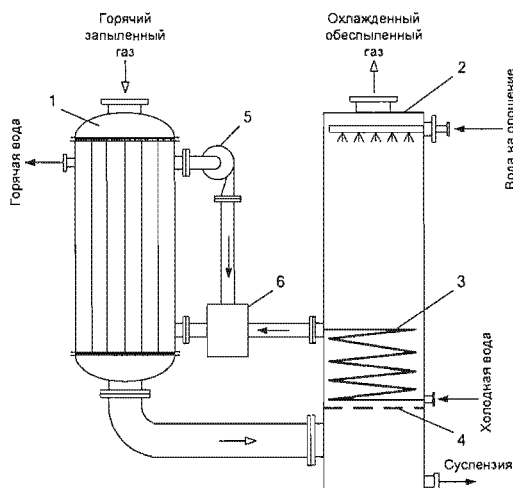
3. Определить аналитически высоту подъёма одиночной частицы в восходящем потоке газа при заданной начальной скорости частицы и газа считая, что скорость витания частицы больше скорости воздуха. В начале своего движения частица направлена вверх. При расчёте учитывать только силы тяжести и сопротивления. Выбор параметров газа и частицы осуществить самостоятельно.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Перечислить основные факторы, влияющие на интенсивность процесса теплопередачи. Обосновать влияние перечисленных факторов.
2. Гидродинамические режимы псевдооживленного слоя.
3. Влияние режима течения жидкости в трубопроводе на его гидравлическое сопротивление.
4. Основные конструкционные характеристики абсорберов и их влияние на эффективность процесса.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Составить систему уравнений материального баланса для представленного фрагмента технологической схемы



2. Для сушки пневматического типа составить план полного 2-х факторного эксперимента **первого** порядка: 1-й фактор – температура сушки (область определения фактора 100 – 200 град. С); 2-й фактор – скорость воздуха в поперечном сечении сушки (3 – 10 м/с).
3. Для сушки пневматического типа составить план полного 2-х факторного эксперимента **второго** порядка: 1-й фактор – температура сушки (область определения фактора 130 – 170 град. С); 2-й фактор – скорость воздуха в поперечном сечении сушки (5 – 8 м/с).
4. Выбрать факторы и определить область проведения эксперимента по исследованию кинетики процесса абсорбции для сред аммиак-вода в аппарате плёночного типа.

4.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Основные принципы системного анализа; взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах; иерархия явлений и их соподчинённость в изучении процессов и аппаратов; иерархическая структура химического производства; взаимовлияние аппаратов.

2. Структура и структурные связи твёрдых дисперсных сред. Понятие форм и размеров твёрдых частиц, гранулометрического состава, сыпучести, сил взаимодействия между частицами. Реологические свойства сыпучих материалов, контактные силы внешнего трения и адгезионные свойства сыпучих материалов. Движение оживленных твёрдых дисперсных систем. Псевдооживленные слои. Процессы тепло- и массопереноса в псевдооживленных слоях.

3. Механические процессы. Процессы измельчения и измельчающие машины. Классификация процессов и машин. Типы дробилок (щелевые, конусные, валковые, молотковые и роторные). Типы мельниц (барабанные - центробежные и вибрационные, ударного действия и др.). Смесители сыпучих материалов, кинетика процессов смешивания

4. Уравнения: теплопередачи, теплоотдачи и теплопроводности. Характеристика параметров уравнения.

5. Классификация теплообменных аппаратов. Теплообменники с передачей тепла через стенку. Кипятильники. Основные переменные процесса. Объекты с сосредоточенными и распределёнными параметрами.

6. Математические модели кожухотрубчатых теплообменников.

7. Выпарные аппараты. Основные уравнения. Математическая модель однокорпусной и трёхкорпусной установки.

8. Математические модели мембранных установок. Общая характеристика мембранных способов разделения смесей. Их классификация. Виды мембран. Описание процесса переноса в мембранах. Математические модели фильтрационных установок, установок обратного осмоса, первапорационных установок.

9. Модель идеального вытеснения в газовой и жидкой фазах. Симметричные и асимметричные ячеечные модели с образованием твёрдой фазы.

10. Реакторы для проведения процессов в системах газ-твёрдое тело.

4.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений при сдаче кандидатского экзамена по дисциплине:

1. Рассчитать основные режимные и конструкционные параметры сушилки с псевдооживленным слоем для следующих исходных данных: средний диаметр частиц в слое – 0,5 мм; максимальный диаметр частиц в уносе – 0,03 мм; материал частиц – *KCl*; число псевдооживления – 4; расход воздуха – 2,5 м³/с. При расчёте исходить только из гидродинамики.

2. Используя табличные данные, выданные экзаменуемым преподавателем построить равновесную и рабочую линию процесса ректификации. Используя результаты графического построения определить теоретическое число тарелок колонного аппарата.

3. По данным, выданным экзаменуемым преподавателем с помощью компьютера определить коэффициент турбулентной диффузии.

4. По данным, выданным экзаменуемым преподавателем с помощью компьютера определить адекватность математической модели химико-технологического процесса.

5. По данным, выданным экзаменуемым преподавателем с помощью компьютера найти оптимальные условия протекания химико-технологического процесса.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МАПП».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
18.06.01 Химическая технология
Программа
Процессы и аппараты химических
технологий
Кафедра
Машины и аппараты производственных
процессов

Дисциплина
«Процессы и аппараты химических технологий»

БИЛЕТ № 1

1. Уравнения: теплопередачи, теплоотдачи и теплопроводности. Характеристика параметров уравнения (*контроль знаний*).
2. Используя табличные данные, выданные экзаменуемым преподавателем построить равновесную и рабочую линию процесса ректификации. Используя результаты графического построения определить теоретическое число тарелок колонного аппарата (*контроль умений*).
3. По данным, выданным экзаменуемым преподавателем с помощью компьютера определить коэффициент турбулентной диффузии (*контроль умений и владений*).

Составитель _____ Мошев Е.Р.

Заведующий кафедрой _____ Загидуллин С.Х

«___» _____ 2017 г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		