



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

» 2017г.



**Рабочая программа дисциплины
«Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии»**

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): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт: 3	Экзамен: нет

Пермь 2017 г.


Рабочая программа дисциплины «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» разработана 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.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МАПП

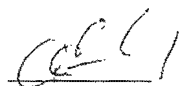
Протокол от «19» мая 2017г. № 9.

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


(подпись)

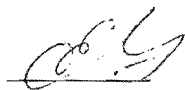
Загидуллин С.Х.
(Фамилия И.О.)

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


(подпись)

Мошев Е.Р.
(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 учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области математического моделирования и расчёта гидродинамических процессов.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учётом правил соблюдения авторских прав (ОПК-4);

- способен применять методы системного анализа, физического и математического моделирования, а также использовать современные информационные технологии и пакеты прикладных программ при разработке новых и совершенствовании существующих технологических схем, процессов и аппаратов химических технологий (ПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**

- по предмету и задачам вычислительной гидродинамики;

- по гидродинамическим моделям в химической технологии;

- **формирование умений**

- разработки гидродинамических моделей в химической технологии;

- **формирование навыков**

- решения гидродинамических моделей в химической технологии с использованием пакетов прикладных программ.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физические, математические и численные методы, предназначенные для вычисления характеристик потоковых процессов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» 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 аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- уравнения гидродинамики;

- методы решения уравнений гидродинамики;

Уметь:

- применять уравнения гидродинамики для решения практических задач;

Владеть:

- навыками решения уравнений гидродинамических и гидродинамических моделей с помощью пакетов прикладных программ.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-4	Формулировка компетенции
	способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учётом правил соблюдения авторских прав

Код ОПК-4 Б1.В.ДВ.1.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учётом правил соблюдения авторских прав
-----------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – уравнения Навье-Стокса; – уравнение конвективной теплопроводности; – уравнения Эйлера и Стокса; – уравнения конвективного и диффузионного переноса; – методы экспериментального определения коэффициента турбулентной диффузии;	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: – использовать для решения прикладных задач уравнения: Навье-Стокса, конвективной теплопроводности, Эйлера и Стокса, конвективного и диффузионного переноса; – применять методы экспериментального определения коэффициента турбулентной диффузии.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: – навыками решения прикладных задач с использованием уравнений: Навье-Стокса; конвективной теплопроводности; Эйлера и Стокса; конвективного и диффузионного переноса. – навыками расчёта коэффициента турбулентной диффузии по результатам эксперимента.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	Формулировка компетенции способен применять методы системного анализа, физического и математического моделирования, а также использовать современные информационные технологии и пакеты прикладных программ при разработке новых и совершенствовании существующих технологических схем, процессов и аппаратов химических технологий
-------------	---

Код ПК-3 Б1.В.ДВ.1.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции способен использовать пакеты прикладных программ при разработке новых и совершенствовании существующих процессов и аппаратов химических технологий
----------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: пакеты прикладных программ для моделирования гидродинамики в аппаратах химических технологий.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: применять пакеты прикладных программ для моделирования гидродинамики в аппаратах химических технологий.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: навыками решения прикладных гидродинамических задач с помощью пакетов прикладных программ.	<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

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
	Самостоятельная работа (СР)	72
	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	-	-	2	4
	2	5	-	5	-	-	10	15
	3	4	-	4	-	-	10	14
	4	4	-	4	-	-	10	14
	5	4	-	4	-	-	10	14
	6	4	-	4	-	-	10	14
	7	4	-	4	-	-	10	14
	8	5	-	5	-	-	10	15
Всего по разделу:		32	-	32	4	-	72	108
Промежуточная аттестация		-	-	-	-	-	-	-
Итого:		32	-	32	4	-	72	108/3

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Основные уравнения и модели гидродинамики и методы их решения.

(Л – 0; СР – 72)

Тема 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики (ВГ).

Тема 2. Уравнение Навье-Стокса. Практические приложения. Методы решения.

Тема 3. Уравнения теплопроводности и теплопереноса. Практические приложения. Методы решения.

Тема 4. Уравнение Эйлера и Стокса. Практические приложения. Методы решения.

Тема 5. Уравнение Стокса. Практические приложения. Методы решения.

Тема 6. Уравнение турбулентной диффузии. Методы определения коэффициента турбулентной диффузии. Практические приложения. Методы решения.

Тема 7. Уравнение Бернулли. Практические приложения. Методы решения.

Тема 8. Численное дифференцирование и интегрирование. Практическое приложение.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Уравнение Навье-Стокса. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Уравнения теплопроводности и теплопереноса. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Уравнение Эйлера и Стокса. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Уравнение Стокса. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Уравнение турбулентной диффузии. Методы определения коэффициента турбулентной диффузии. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	7	Уравнение Бернулли. Методы решения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8	8	Численное дифференцирование и интегрирование.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

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	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Уравнение Навье-Стокса. Практические приложения.	Собеседование	Вопросы по темам. Темы творческих заданий
2	3	Уравнения теплопроводности и теплопереноса. Практические приложения.	Творческое задание	Вопросы по темам. Темы творческих заданий
3	4	Уравнение Эйлера и Стокса. Практические приложения.	Творческое задание	Вопросы по темам. Темы творческих заданий
4	5	Уравнение Стокса. Практические приложения.	Творческое задание	Вопросы по темам. Темы творческих заданий
5	6	Уравнение турбулентной диффузии. Ме-	Творческое задание	Вопросы по темам. Те-

№ п.п.	Номер темы	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
		тоды определения коэффициента турбулентной диффузии. Практические приложения.		мы творческих заданий
6	7	Уравнение Бернулли. Практические приложения.	Творческое задание	Вопросы по темам. Темы творческих заданий
7	8	Численное дифференцирование и интегрирование. Практические приложения.	Творческое задание	Вопросы по темам. Темы творческих заданий

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.1.3 «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии»	БЛОК 1		
<i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	<i>(цикл дисциплины/блок)</i>		
<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	обязательная
x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта
18.06.01/ 05.17.08	Химическая технология / Процессы и аппараты химических технологий		
<i>код направления / шифр научной специальности</i>	<i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>		
2017	Семестр(-ы): 3		Количество аспирантов: 3
<i>(год утверждения учебного плана)</i>			

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 + кафедре; местонахождение элек- тронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник – М.: ООО «Альянс», 2014. – 753 с.	50
2	Семенов В.П. Основы механики жидкости: учебное пособие / В. П. Семенов; Магнитогорский государственный университет. – Москва: Флинта: Наука, 2013. — 373 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Башкин В.А. Численное моделирование динамики вязкого совершенного газа / В. А. Башкин, И. В. Егоров. — Москва : Физматлит, 2012. — 371 с.	1
2	Иногамов Н.А. Гидродинамика перемешивания. Периодические структуры. Усиление субгармоник. Инверсный каскад / Н.А. Иногамов, А.Ю. Демьянов, Э.Е.Сон. — М. : Изд-во МФТИ, 1999. — 464 с.	2
3	Синайский Э.Г. Гидродинамика физико-химических процессов / Э.Г. Синайский. — М. : Недра, 1997. — 339 с.	1
4	Белов А.И. Моделирование гидромеханических процессов в технологии изготовления полупроводниковых приборов и микросхем / И. А. Белов, В. А. Шеленшкевич, Л. И. Шуб. — Ленинград : Политехника, 1991. — 288 с.	5
5	Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с. англ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 150 с.	1
6		
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Химическая промышленность сегодня»	
2	Журнал «Теоретические основы химической технологии»	
3	Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение»	
4	Журнал «Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология.	
	Журнал «Журнал прикладной химии»	
	Журнал «Вычислительные технологии»	
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	Пер. 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. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра МАПП	110	30	10
2	Лаборатория ПАХТ	Кафедра МАПП	105	105,8	20

9.2. Основное учебное оборудование

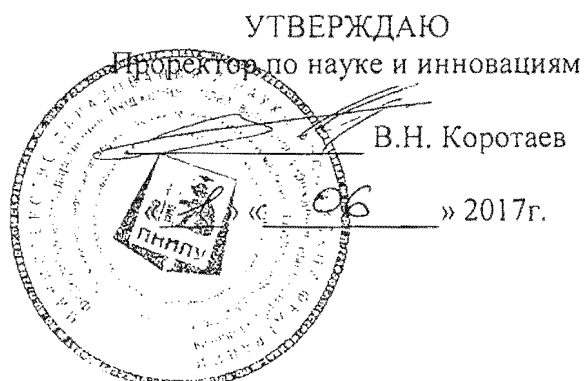
Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторная установка для изучения гидродинамики потоков в насадочной колонне	1	оперативное управление	105, к. Б
2	Лабораторная установка для изучения кипящего (псевдооживленного) слоя	1	оперативное управление	105, к. Б
3	Компьютер Intel Pentium 4 CPU 2,4 GHz.	5	оперативное управление	110, к. Б
4	Intel Pentium 2 350 MG _z .	1	оперативное управление	110, к. Б
5	AMD Athlon (tm) 1 ГГц	2	оперативное управление	110, к. Б
6	AMD Athlon (tm) XP 15007	1	оперативное управление	110, к. Б
7	AMD Athlon (tm) 900 MHz.	1	оперативное управление	110, к. Б
8	Intel Celeron 400 MG _z .	1	оперативное управление	110, к. Б

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего 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
«Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии»

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): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт: 3	Экзамен: нет

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» 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.

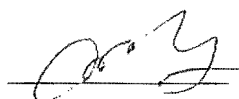
- Паспорт научной специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым 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» июля 2017г. № 9.

/ Зав. кафедрой, д.т.н., проф.



Загидуллин С.Х.

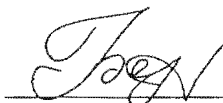
/ Руководитель программы,
д.т.н., проф.



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.ДВ.1.3 «Применение методов вычислительной гидродинамики в химической технологии» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций: **ОПК-4:** способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учётом правил соблюдения авторских прав.

ПК-3: способен применять методы системного анализа, физического и математического моделирования, а также использовать современные информационные технологии и пакеты прикладных программ при разработке новых и совершенствовании существующих технологических схем, процессов и аппаратов химических технологий.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в 3-м семестре. В период обучения предусмотрены аудиторские практические занятия и 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			
	3 семестр		-	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 уравнения Навье-Стокса; уравнение конвективной теплопроводности; уравнения Эйлера и Стокса; уравнения конвективного и диффузионного переноса; методы экспериментального определения коэффициента турбулентной диффузии.	С	ТВ	-	-
3.2 пакеты прикладных программ для моделирования гидродинамики в аппаратах химических технологий.	С	ТВ	-	-
Освоенные умения				
У.1 использовать для решения прикладных задач уравнения: Навье-Стокса, конвективной теплопроводности, Эйлера и Стокса, конвективного и диффузионного переноса; применять методы экспериментального определения коэффициента турбулентной диффузии.	ОТЗ	ПЗ	-	-
У.2 применять пакеты прикладных программ для моделирования гидродинамики в аппаратах химических технологий.	ОТЗ	ПЗ	-	-
Приобретенные владения				
В.1 навыками решения прикладных задач с использованием уравнений: Навье-Стокса; конвективной теплопроводности; Эйлера и Стокса; конвективного и диффузионного переноса; навыками расчёта коэффициента турбулентной диффузии по результатам эксперимента.	ОТЗ	ПЗ	-	-
В.2 навыками решения прикладных гидродинамических задач с помощью пакетов прикладных программ.	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 (3 семестр), проводимая 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.

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 (3 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:

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.

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

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 освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета 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»

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 взаимосвязимые 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. Разработать алгоритм решения задачи расчёта теплообменника методами математического моделирования для структуры потока идеального вытеснения.
2. Методы экспериментального определения коэффициента турбулентной диффузии.
3. Разработать модель процесса массовой кристаллизации для аппарата со структурой потока аналогичной ячеечной модели с рециркуляцией.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний при сдаче зачёта по дисциплине:

1. Уравнение конвективной теплопроводности.
2. Уравнения Эйлера и Стокса.
3. Уравнения конвективного и диффузионного переноса.

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

1. Используя компьютер решить задачу расчёта теплообменника методами математического моделирования для структуры потока идеального вытеснения. Сравнить полученные результаты с результатами расчёта теплообменника методами физического моделирования.

2. По представленным результатам эксперимента определить значение коэффициента турбулентной диффузии в аппарате трубчатого типа.

3. По представленным данным с помощью компьютера рассчитать процесс массовой кристаллизации, протекающей в аппарате со структурой потока аналогичной ячеечной модели.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета 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
«Применение методов вычислительной
гидродинамики в химической технологии»

БИЛЕТ № 1

1. Дифференциальные уравнения движения Эйлера (*контроль знаний*).
2. По данным, выданным экзаменуящим преподавателем рассчитать среднее время пребывания потока в аппарате с идеализированной структурой потока (*контроль умений*).
3. По данным, выданным экзаменуящим 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		