

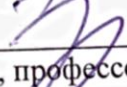


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


С.Х. Загидуллин
д.т.н., профессор кафедры ОАХП

«29» « 08 » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры
«Теоретические основы гидромеханических процессов»**

Научная специальность	2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Процессы и аппараты химических технологий
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Оборудование и автоматизация химических производств (ОАХП)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: Зачёт: 5	Диф.зачёт:

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы гидромеханических процессов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета.
- Базовый план по программе аспирантуры.
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области гидромеханических процессов.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретические основы гидромеханических процессов» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- классификацию гидромеханических процессов;
- характер влияния технологических и конструкционных параметров на закономерности протекания гидромеханических процессов и эффективность работы химико-технологического оборудования;
- методики расчёта оборудования для осуществления гидромеханических процессов.

Уметь:

- составлять модели гидромеханических процессов;
- осуществлять выбор факторов и области проведения эксперимента по изучению закономерностей гидромеханических процессов;
- составлять научно-обоснованные планы проведения исследований по изучению влияния технологических и конструкционных параметров гидромеханических процессов на эффективность работы химико-технологического оборудования.

Владеть:

- практическими навыками составления моделей гидромеханических процессов;
- практическими навыками расчёта оборудования для осуществления гидромеханических процессов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	Зачёт

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Классификация гидромеханических процессов. Общие вопросы прикладной гидравлики в химической технологии.

(Л – 1; ПЗ – 1; СР – 15)

Тема 1. Гидромеханические процессы. Классификация и назначение.

Тема 2. Общие вопросы прикладной гидравлики в химической технологии. Физические свойства жидкостей. Основные уравнения гидростатики и гидродинамики. Гидродинамическое подобие. Гидравлическое сопротивление в трубопроводах. Основные закономерности гидродинамического взаимодействия фаз. Псевдооживление. Структура потока и распределение по времени пребывания потока в аппарате.

Раздел 2. Оборудование для осуществления гидромеханических процессов и методики его расчёта.

(Л – 4; ПЗ – 4; СР – 40)

Тема 3. Оборудование для перемещения жидкостей. Виды насосов и их основные параметры. Напор. Высота всасывания. Кавитация. Помпаж. Графические характеристики для выбора насосов.

Тема 4. Оборудование для сжатия и перемещения газов. Термодинамические основы процесса сжатия газов. Степень сжатия. Коэффициенты адиабаты и политропы. И центробежные компрессоры. Методики расчёта компрессоров и оборудования компрессорных агрегатов.

Тема 5. Оборудование для отстаивания. Скорость осаждения в свободных и стеснённых условиях. Коагуляция частиц дисперсной фазы. Методики расчёта оборудования.

Тема 5. Оборудование для разделения суспензий. Типы. Барабанные фильтры. Пресс-фильтр. Нутч-фильтр. Друк-фильтр. Уравнение фильтрования. Константы фильтрования. Удельное сопротивление осадка. Удельное сопротивление фильтровальной перегородки. Методики расчёта оборудования.

Тема 6. Оборудование для разделения систем газ-твёрдое. Циклоны. Рукавные фильтры. Электрофильтры. Аппараты для мокрой очистки газов. Методики расчёта оборудования.

Тема 7. Оборудование для перемешивания жидких сред. Аппараты с мешалками. Виды мешалок. Модифицированные критерии Рейнольдса, Фруда и Эйлера. Критерий мощности. Моделирование процесса перемешивания.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	№ темы	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1, 2	Модели гидромеханических процессов на основе фундаментальных физических законов.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	3, 4	Расчёт характеристик насосов и компрессоров.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	5, 6	Расчёт оборудования для разделения суспензий, систем газ-твёрдое и газ-жидкость.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

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

Таблица 3

Темы самостоятельных занятий

№ п.п.	№ темы	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Расчёт высоты подъёма твёрдой частицы в условиях диффузора.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Расчёт аппарата с псевдооживленным слоем.	Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	4	Расчёт объёма буферной ёмкости поршневого компрессора.	Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	5	Расчёт барабанного фильтра	Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	6	Расчёт циклонов и аппаратов мокрой очистки газов	Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	7	Расчёт аппаратов с мешалками	Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Теоретические основы гидромеханических процессов» 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.

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Кол-во экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электронных 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 Учебно-методические, научные издания		
1	А.Ю. Вальдберг, Н.Е. Николайкина. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.	3
2	Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие / под. ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Альянс, 2007. – 493 с. 2010.	249
		20
3	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	480
4	Ф. Стренк. Перемешивание и аппараты с мешалками: пер. с польск. Ленинград: Химия, 1975. — 384 с.	8
5	П. А. Коузов. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельчённых материалов. 3-е изд., перераб. – Ленинград: Химия, 1987. – 264 с.	1
6	Э. А. Васильцов, В. Г. Ушаков. Аппараты для перемешивания жидких сред. – Ленинград: Машиностроение, 1979. – 271 с.	3
7	В. А. Жужиков. Фильтрация: теория и практика разделения суспензий. 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Химия, 1980. – 398 с.	1
8	Т. А. Малиновская. Разделение суспензий в промышленности органического синтеза. Москва: Химия, 1971. – 318 с.	2
		1
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.	
5	Журнал «Журнал прикладной химии»	
2.3 Нормативно-технические издания		
	–	
2.4 Официальные издания		
	–	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

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.](http://diss.rsl.ru) – 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.

6. 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.

7. 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.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	№ 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	Компьютер Intel Pentium 2 350 MGz	1	оперативное управление	110, к. Б
5	Компьютер AMD Athlon (tm) 1 ГГц	2	оперативное управление	110, к. Б
6	Компьютер AMD Athlon (tm) XP 15007	1	оперативное управление	110, к. Б
7	Компьютер AMD Athlon (tm) 900 MHz	1	оперативное управление	110, к. Б
8	Компьютер Intel Celeron 400 MGz	1	оперативное управление	110, к. Б

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачёт, проводимый с учётом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов.

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и 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.

Защита отчёта о творческом задании (при наличии задания)

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.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта по дисциплине, в устно-письменной форме.

Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачёта:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время зачёта.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта приведены в табл. 5

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачёте

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачёт</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на зачёте. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачёт</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на зачёте или не подготовил ответ. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

9. 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.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачёта по дисциплине «Теоретические основы гидромеханических процессов» разработан с учётом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Сделать обзор методов планирования экспериментов по изучению гидромеханических процессов. Дать их сравнительный анализ.
2. Сделать обзор методов оптимизации эксперимента. Дать их сравнительный анализ.
3. Сделать обзор моделей описания гидромеханических процессов. Дать их сравнительный анализ.

Типовые контрольные вопросы:

1. Основы научной организации эксперимента по изучению закономерностей гидромеханических процессов.
2. Влияние технологических характеристик гидромеханических процессов на эффективность работы химико-технологического оборудования.
3. Характер влияния конструктивных характеристики оборудования на основные закономерности гидромеханических процессов.

Типовые контрольные задания:

1. По заданным преподавателем данным разработать план проведения 2-х факторного эксперимента 2-го порядка. Определить область проведения эксперимента.
2. По заданным преподавателем данным найти с помощью компьютера и метода крутого восхождения оптимальную область протекания процесса.
3. По заданным преподавателем экспериментальным данным разработать математическую модель процесса. Определить адекватность полученной модели.

Полный комплект вопросов и заданий хранится на кафедре «ОАХП».

Лист регистрации изменений

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