

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Процессы и аппараты в порошковой и химической технологии**

по направлению подготовки

**16.04.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерный инжиниринг высокоэнергетических систем**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

А.Ю. Крайнов

А.В. Шваб

Л.Л. Миньков

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов;.

ПК-2 Способен самостоятельно применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения, интерпретировать физический смысл полученного математического результата и документировать его в виде отчета.

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 6.1 Знать современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач в избранной области технической физики.

ИОПК 6.2 Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных теоретических, расчётных и экспериментальных результатов.

ИОПК 6.3 Владеть методикой проведения физико-математических исследований явлений и процессов в избранной области технической физики.

ИПК 2.1 Знать способы математического моделирования в области вычислительной теплофизики, аэрогазодинамики, теории горения

ИПК 2.2 Уметь составлять математические модели профессиональных задач и находить способы их решения

ИПК 2.3 Владеть навыками анализа и интерпретации результатов математического моделирования

ИУК 2.1 Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость.

ИУК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.

ИУК 2.3 Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами

## **2. Задачи освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины обучающийся получит знания основ гидродинамики, гидравлики, разделения неоднородных систем, тепломассопереноса, механических процессов порошковой технологии, изучит основные процессы и аппараты в химической и порошковой технологии. Научится выбирать численные и инженерные методы решения задач применительно к технологическим процессам в аппаратах газофазной металлургии, химической и порошковой технологии и других задачах технической физики, чтобы быть востребованным специалистом к практической профессиональной деятельности в области технической физики..

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Второй семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Основы гидравлики. Перемещение жидкостей. Насосы.

Основные уравнения гидростатики. Общие проблемы гидродинамики. Уравнение Бернулли. Дифференциальные уравнения Навье-Стокса. Режимы течения жидкости. Основные параметры и типы насосов.

Тема 2. Разделение неоднородных систем. Отстаивание. Фильтрование. Центрифугирование.

Разделение жидких систем. Материальный баланс процесса разделения. Скорость осаждения. Коагуляция частиц дисперсной фазы. Устройство и принцип работы циклонов. Уравнение фильтрования. Устройство фильтров. Центрифугирование. Устройство центрифуг. Разделение газовых систем.

Тема 3. Основы теплопередачи в химической аппаратуре. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Виды теплообмена.

Тема 4. Нагревание. Охлаждение. Конденсация. Нагревающие агенты и способы нагревания. Охлаждающие агенты. Способы охлаждения и конденсации. Конструкции теплообменных аппаратов.

Тема 5. Измельчение твердых материалов.

Крупное, среднее, мелкое дробление. Тонкое и сверхтонкое измельчение. Устройство и принцип работы дробилок и мельниц.

Тема 6. Сепарация и фракционная классификация мелкодисперсных порошков.

Грохочение. Гидравлическая и пневматическая классификация. Типовые конструкции и принципы работы классификаторов. Современные методы измерения гранулометрического состава порошков.

Тема 7. Дозирование, смешение и сушка сыпучих материалов.

Устройство и принцип работы сушильных аппаратов. Дозирование. Устройство дозаторов (питателей). Смешение. Устройство смесителей.

Тема 8. Основы массопередачи.

Равновесие при массопередаче. Скорость массопередачи. Виды массопереноса. Массообменные устройства.

Тема 9. Адсорбция. Абсорбция. Десорбция.

Характеристики адсорбентов и их виды. Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции. Устройство адсорберов. Абсорбция. Равновесие при адсорбции. Устройство абсорбционных аппаратов. Десорбция.

Тема 10. Перегонка жидкостей. Дистилляция. Ректификация.

Физико-химические основы процессов перегонки. Равновесие многокомпонентных систем. Дистилляция. Ректификация. Устройство и принцип работы ректификационной колонны. Расчет ректификационной колонны.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, выполнения элементов курса в образовательной электронной среде, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24763>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2.

– Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2.

– Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2.

– Шваб В.А. Аэромеханические методы в технологии производства порошковой продукции. Томск, изд. ТГУ, 1983, 160 с.

– Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Химия, Москва, 1973, 752 с.

– Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л. «Химия», 1977, 592 с

б) дополнительная литература:

– Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие для студентов вузов по направлениям "Химическая технология" и "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" /А. М. Гумеров. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 174 с.

– Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике М.: Наука, 1987, 491 с.

– Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течение и теплообмен в каналах и вращающихся полостях./М.:Физматгиз, 2010,487с.

– Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.VI. Гидродинамика.-М.: Наука, 1988.-736с.

– Ламб Г. Гидродинамика.-М.-Л.:ОГИЗ, 1947.- 928с.

– Самарский А.А., П.Н.Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача, М., Изд.УРСС, 2003,782с.

– Математическое моделирование физико-химических процессов: учебное пособие для химических и химико-технологических специальностей вузов / В. Г. Скатецкий, Д. В. Свиридов, В. И. Яшкин. - Минск: БГУ, 2003. – 392 с.

– Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям: "Химическая технология и биотехнология" и химико-технологическим направлениям подготовки дипломированных специалистов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – М.: Академкнига, 2008. – 415 с.

– Ягодновский, В. Д. Адсорбция : учебное пособие / В. Д. Ягодновский. — эл. изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 219 с. — ISBN 978-5-9963-2909-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66353>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные измерительными приборами по определению гранулометрического состава мелкодисперсных порошков.

#### **15. Информация о разработчиках**

Евсеев Николай Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной аэромеханики  
ФТФ ТГУ