

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ГИДРОКИНЕТИКИ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**  
**РАЗДЕЛЕНИЯ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.02</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>1 семестр - 4;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>144 часа</b>   |
| <b>Лекции</b>                            | <b>1 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>1 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>                      | <b>1 семестр - 2 часа;</b>                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>1 семестр - 93,5 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b>                          |   |
| <b>Коллоквиум</b>                        |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Экзамен</b>                           | <b>1 семестр - 0,5 часа;</b>                                    |

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|   | Владелец   | Громов С.Л.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rb7dd97ab-GromovSL-e5b96e3b |

С.Л. Громов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Шацких Ю.В.                    |
|   | Идентификатор                                      | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Шацких Ю.В.                    |
|   | Идентификатор                                      | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

Ю.В. Шацких

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение явлений и процессов, лежащих в основе всех существующих на сегодняшний день технологий очистки жидкостей от посторонних примесей, осуществляемых без использования эффектов изменения фазового состояния обрабатываемой среды; анализ основных закономерностей изучаемых процессов и видов оборудования, применяемого для их реализации; изучение подходов к решению задач масштабного перехода в технологических процессах в условиях ограниченных возможностей применения методов компьютерного моделирования; формирование базы знаний для изучения дисциплин «Иониты и ионообменные технологии в водоподготовке», «Мембранные технологии очистки воды» (ультра- и микрофильтрация), «Проектирование водоподготовительных систем».

### Задачи дисциплины

- изучение принципиальных подходов к решению основных задач гидрокинетики обтекания падающего в жидкой среде тела и течения жидкости по каналам;
- формирование представлений о подходах к определению скоростей процессов разделения двухфазных систем;
- классификация жидких неоднородных систем;
- изучение основных закономерностей процессов гидромеханического разделения осаждения, фильтрования и псевдооживления;
- изучение принципиальных конструкций основных аппаратов применяемых в гидромеханических процессах разделения;
- изучение методов экспериментального и теоретического моделирования гидромеханических процессов разделения;
- определение областей водоподготовки и очистки стоков в которых применяются процессы гидромеханического разделения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|---|--|--|
| ПК-2 Способность участвовать в проектировании водоподготовительных и водоочистительных установок и систем с использованием серийного оборудования | ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива для использования в энергетических установках | знать:<br>- механизмы фильтрования; основные процессы и виды оборудования применяемые для фильтрования; подходы к лабораторному моделированию процессов фильтрования; базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач фильтрования в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования для фильтрования принципиальные подходы к обеспечению равномерности распределения потоков жидкости по поперечному сечению аппаратов;<br>- закономерности процесса псевдооживления и перемешивания и подходы к их моделированию основные виды оборудования применяемые для псевдооживления; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | <p>- механизмы осаждения основные процессы и виды оборудования применяемые для осаждения; подходы к лабораторному моделированию процессов осаждения базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач осаждения в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования, для осаждения;</p> <p>- основные определения и закономерности, относящиеся к гидромеханике основы теории подобия и ее приложений для задач гидромеханического разделения основные методы контроля гранулометрического состава дисперсной фазы возможности и ограничения методов гидромеханического разделения.</p> <p>уметь:</p> <p>- ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования;</p> <p>- анализировать конструкции основного технологического оборудования для осаждения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи;</p> <p>- анализировать конструкции основного технологического оборудования для фильтрования и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи;</p> <p>- анализировать конструкции основного технологического оборудования для</p> |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | псевдоожижения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать программу бакалавриата по направлению "Технологии воды и топлива"

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации                     | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания   |   |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |  |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |  |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15   |   |
| 1     | Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения                 | 10                    | 1       | 5  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 5                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Изучение материалов и подготовка к коллоквиуму<br/><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], 8-83, 176-178<br/>[2], 200-202</p> |   |
| 1.1   | Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения                 | 10                    |         | 5  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 5                 | -                                 |  |   |
| 2     | Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации  | 39                    |         | 12   | -   | 7  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 20                                |  | - |
| 2.1   | Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации  | 39                    |         | 12   | -   | 7  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 20                                |  | - |
| 3     | Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации | 44                    |         | 12   | -   | 7  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 25                                |  | - |
| 3.1   | Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации | 44                    |         | 12   | -   | 7  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 25                                |  | - |

|     |   |       |  |    |   |    |   |   |   |     |      |    |      |   |
|-----|---|-------|--|----|---|----|---|---|---|-----|------|----|------|---|
| 4   | Псевдооживление и перемешивание.<br>Основные закономерности.<br>Оборудование для реализации | 15    |  | 3  | - | 2  | - | - | - | -   | -    | 10 | -    | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Изучение материалов и подготовка к коллоквиуму<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 106-111 |
| 4.1 | Псевдооживление и перемешивание.<br>Основные закономерности.<br>Оборудование для реализации | 15    |  | 3  | - | 2  | - | - | - | -   | -    | 10 | -    |   |
|     | Экзамен   | 36.0  |  | -  | - | -  | - | 2 | - | -   | 0.5  | -  | 33.5 |   |
|     | Всего за семестр  | 144.0 |  | 32 | - | 16 | - | 2 | - | -   | 0.5  | 60 | 33.5 |   |
|     | Итого за семестр  | 144.0 |  | 32 | - | 16 | 2 | - | - | 0.5 | 93.5 |    |      |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения

#### 1.1. Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения

Определение гидрокинематики и ее основных задач: «внешней» и «внутренней». Основная цель гидрокинематики. Классификация жидких неоднородных систем: аэрозоли, суспензии, эмульсии, пены. Понятия дисперсной и дисперсионной сред. Инверсия фаз и их соотношения. Методы анализа гранулометрии дисперсных сред. Классификация гидромеханических процессов: осаждение, фильтрование, псевдоожижение, перемешивание в жидкой среде. Основные определения. Условия равновесия. Материальный баланс гидромеханических процессов.

### 2. Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации

#### 2.1. Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации

Определение и терминология. Силы, вызывающие осаждение: гравитация, центробежные, электростатические. Процессы осаждения: отстаивание, циклонное разделение и осадительное центрифугирование, электроосаждение. Гравитационное осаждение (отстаивание). Кинетика осаждения. Дифференциальное уравнение процесса осаждения твердой частицы. Безразмерные числа подобия: Архимеда и Рейнольдса. Их физический смысл и уравнение подобия. Режимы осаждения частицы в жидкости: ламинарный, переходный, турбулентный. Закон Стокса. Практические соотношения для различных режимов. Зависимость скорости осаждения от размеров частицы. Проблемы математического моделирования процессов осаждения после коагуляции/флокуляции. Возможности лабораторного тестирования и его ограничения. Экспериментальное моделирование осаждения после коагуляции/флокуляции с нанесением «процента удаления» взвесей на диаграмму «глубина от времени». Расчет допустимой расходной нагрузки отстойника. Пример реализации. Экспериментальные коэффициенты масштабного перехода. Условия перехода от дискретного режима осаждения к флокуляционному. Случаи зонирования осаждения. Условия перехода от «свободного» осаждения к «стесненному» в зависимости от значения объемной концентрации твердой фазы. Способ измерения объемной концентрации твердой фазы. Стесненное осаждение – шламообразование – шламоуплотнение. Особенности стесненного осаждения. Достоинства процессов осаждения. Основные требования к аппаратурному оформлению. Принципиальные конструкции гравитационных отстойников. Интенсификация процессов отстаивания. Модули тонкослойного разделения. Зависимость кап. затрат от формы отстойника. Типы отстойников. Приоритеты в выборе типа конструкции отстойника. Принципы проектирования отстойников коридорного типа с горизонтальным течением. Радиальные отстойники: схемы конструкций и рекомендации по проектированию. Процессы с «затравкой» в отстойниках коридорного типа. Технология «Sirofloc». Осветлители в отечественной энергетике: «медленные» и «вихревые реакторы», коридорного типа. Комбинированные осветлители «отечественной» разработки типов: ЦНТИ, ВТИ, ОРАШ. Их достоинства и недостатки, проблемы при эксплуатации. Характеристики «вихревых» реакторов. Осветлители «Actiflo» и его аналоги. Осветлители «Densadeg». Контактные осветлители «Диклар». Принципы обработки поверхностных и подземных вод для получения воды питьевого качества. Пример ВПУ Юго-Западной ВС «Мосводоканала». Осаждение под действием центробежной силы. Области применения и назначение. Циклонный процесс и осадительное (отстойное) центрифугирование. Дифференциальное уравнение движения частицы в поле действия центробежных сил. Центробежный фактор (фактор разделения). Модифицированное число Архимеда и время осаждения. Расчет времени осаждения частицы в роторе центрифуги. Схемы конструкций циклонов НИОГАЗ. Батарейные циклоны. Гидроциклоны и их комбинации с ЧОМ. Центрифуги и сепараторы.



Классификация отстойных центрифуг: по режиму работы; способу удаления осадка; по расположению вала; по частоте вращения ротора (по фактору разделения). Дисперсность удаляемой твердой фазы. Критерии выбора центрифуг и факторы, влияющие на показатели их работы. Понятие критического числа оборотов ротора и его расчет. Прямая и обратная прецессии. Типовой рабочий цикл центрифуги периодического действия. Основные показатели качества осадка после центрифугирования. Схемы конструкций отстойных центрифуг и их типы: ОГП, ОГН, ОГШ, ОМБ, ОМД, лабораторные центрифуги. Трубчатые центрифуги (супер- или ультрацентрифуги) и некоторые области их применения. Центробежные сепараторы: однокамерные, многокамерные, тарельчатые. Области применения сепараторов. Осаждение под действием электростатических сил. Эффективность. Самостоятельная и несамостоятельная ионизация. Схема организации процесса и типовые параметры электрического поля. Основные закономерности и дефицит средств моделирования. Типовые конструкции электрофильтров..

### 3. Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации

3.1. Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации  
Основные определения и терминология. Движущая сила процесса фильтрации. Гидравлическое сопротивление при фильтрации. Виды фильтрации: «тупиковое», из тангенциального потока, вибрационное. Закон Дарси. Уравнение Хагена-Пуазейля. Уравнение Козени-Кармана. Механизмы фильтрации: поверхностное (пленочное), объемное, с закупориванием пор, с формированием осадка вспомогательного вещества, с частичным разделением и сгущением суспензии. Сжимаемые и несжимаемые осадки и перегородки. Капиллярная и капиллярно-пористая модели фильтровальных перегородок и осадков. Осадкообразование в капиллярно-пористых структурах. Регенерация капиллярно-пористых структур. Классификация фильтров: периодического и непрерывного действия; статические и динамические; по направлениям движения фильтрата и силы тяжести (совпадающие, противоположно направленные, перпендикулярно направленные); под вакуумом и под избыточным давлением; по способу создания разности давлений (гидростатикой, насосами, компрессорами, вакуум-насосами); по виду применяемых фильтровальных перегородок (дисковые, сетчатые, тканевые и из нетканых материалов, пористые, мембранные, засыпные /зернистые и волокнистые/, намывные /иониты, перлит, кизельгур, диатомит/); по назначению (для очистного и продуктового фильтрации); по конструкции (нутч – и друк-фильтры, барабанные, дисковые, ленточные, емкостные, карусельные, тарельчатые, фильтр-прессы /камерные, горизонтальные и вертикальные/, рукавные, патронные, комбинированные). Технологическая схема фильтровальной установки на базе автоматизированного фильтр-пресса. Конструкция динамического дискового фильтра. Типовые конструкции рукавных и патронных фильтров. Конструкции комбинированных аппаратов фильтр-сушилка. Типовые фильтры в отечественной энергетике: сетчатые и дисковые, засыпные, многослойные, намывные, непрерывного действия, адсорбционные. Их назначение, области применения, основные характеристики, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Задерживающая способность фильтровальных перегородок и загрузок. Сетчатые и дисковые фильтры. Однокамерные и многокамерные засыпные фильтры. Виды загрузок. Технологические операции. Стандартная номенклатура ФОВ. Распределительные устройства (НРУ и ВРУ) и распределительные элементы. Их функционал и конструктивные решения. Проблемы при эксплуатации многокамерных засыпных фильтров. Намывные фильтры. Виды загрузок. Технологические операции. Типовые конструкции. Фильтры непрерывного действия на примере Dynasand и Vortisand. Адсорбционные фильтры. Общее представление о процессах сорбции: абсорбция, адсорбция и хемосорбция, ионный обмен. Назначение и области применения. Основные свойства сорбентов (актуальные для очистки воды). Типы адсорбционных фильтров.

Номенклатура ФСУ. Технологические операции при эксплуатации ФСУ и АЗФ. Патронные элементы для адсорбции. Технология углевания..

#### 4. Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации

4.1. Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации

Основные определения и терминология. Понятие псевдооживленного слоя. Представление о «взвешенном», «кипящем», «виброкипящем» и «вибропсевдооживленном» слоях. Свойства псевдооживленного слоя: текучесть, вязкость, поверхностное натяжение, непостоянство формы, горизонтальность поверхности, всплытие и погружение тел в зависимости от плотности (исключение - «виброкипящий» слой). Достоинства и недостатки псевдооживления. Области применения. Изменение состояния слоя дисперсной загрузки при воздействии восходящего потока жидкости (газа). Понятие критических скоростей псевдооживления: начала псевдооживления и витания (уноса). Изменение перепада давления в слое дисперсного материала при псевдооживлении. Влияние конструкции аппарата на режимы псевдооживления. Состояния равновесия при псевдооживлении. Число псевдооживления. Формулы О.М.Тодеса для определения скорости начала псевдооживления и витания. Фактор формы частиц и его влияние. Схемы конструкций аппаратов с псевдооживленным слоем. Фонтанирующий слой. Секционированные аппараты для противоточного взаимодействия. Примеры реализации.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Оценочные расчеты процессов осаждения;
2. Оценочные расчеты процессов фильтрования;
3. Расчеты скоростей псевдооживления и витания (уноса).

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации проводятся по разделу "Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения"
2. Консультации проводятся по разделу "Осаждение"
3. Консультации проводятся по разделу "Фильтрование"
4. Консультации проводятся по разделу "Псевдооживление и перемешивание"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)  |
|---|------------------|---|---|---|---|--|
|   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |   |   |   |   |  |
| основные определения и закономерности, относящиеся к гидромеханике основы теории подобия и ее приложений для задач гидромеханического разделения основные методы контроля гранулометрического состава дисперсной фазы возможности и ограничения методов гидромеханического разделения   | ИД-1пк-2         | +   |   |   |   | Коллоквиум/Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения                            |
| механизмы осаждения основные процессы и виды оборудования применяемые для осаждения; подходы к лабораторному моделированию процессов осаждения базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач осаждения в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования, для осаждения  | ИД-1пк-2         |   | + |   |   | Коллоквиум/Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации             |
| закономерности процесса псевдооживления и перемешивания и подходы к их моделированию основные виды оборудования применяемые для псевдооживления   | ИД-1пк-2         |   |   |   | + | Коллоквиум/Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации |
| механизмы фильтрования; основные процессы и виды оборудования применяемые для фильтрования; подходы к лабораторному моделированию процессов фильтрования; базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач фильтрования в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования для фильтрования принципиальные подходы к обеспечению равномерности распределения потоков жидкости по | ИД-1пк-2         |   |   | + |   | Коллоквиум/Фильтрование. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации          |

|   |          |  |  |   |   |   |
|---|----------|--|--|---|---|---|
| поперечному сечению аппаратов   |          |  |  |   |   |   |
| <b>Уметь:</b>   |          |  |  |   |   |   |
| анализировать конструкции основного технологического оборудования для псевдоожижения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи   | ИД-1ПК-2 |  |  |   | + | Коллоквиум/Псевдоожижение и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации   |
| анализировать конструкции основного технологического оборудования для фильтрования и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи   | ИД-1ПК-2 |  |  |   | + | Коллоквиум/Фильтрование. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации   |
| анализировать конструкции основного технологического оборудования для осаждения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи  | ИД-1ПК-2 |  |  | + |   | Коллоквиум/Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации  |
| ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования | ИД-1ПК-2 |  |  | + |   | Коллоквиум/Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения<br>Коллоквиум/Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации<br>Коллоквиум/Псевдоожижение и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации<br>Коллоквиум/Фильтрование. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**1 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения (Коллоквиум)
2. Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
3. Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
4. Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №1)*

в соответствии с требованиями текущей версии БАРС

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – 11-е изд., стереотип. доработанное. – М. : Альянс, 2005. – 753 с. – ISBN 5-9853500-5-3.;
2. А. Г. Касаткин- "Основные процессы и аппараты химической технологии", (7-е изд.), Издательство: "Государственное научно-техническое издательство химической литературы", Москва, 1961 - (831 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220605>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SmathStudio.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование  | Оснащение  |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»  | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер                  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-303, Лекционная аудитория  | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер   |
| Помещения для консультирования  | В-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"  | стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник  |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"  | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы гидрокинетики и гидромеханические процессы разделения

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения (Коллоквиум)
- КМ-2 Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
- КМ-3 Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
- КМ-4 Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения                            |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения                            |            | +    | +    | +    | +    |
| 2             | Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации             |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации             |            |      | +    |      |      |
| 3             | Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации            |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации            |            |      |      | +    |      |
| 4             | Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации |            |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 10   | 40   | 40   | 10   |