

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

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

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

С.Л. Громов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка
подписи)

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 гидрокинематики 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 _{ПК-2} Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива для использования в энергетических установках	знать: - 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; - 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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>назначение технологий и оборудования для фильтрования принципиальные подходы к обеспечению равномерности распределения потоков жидкости по поперечному сечению аппаратов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - закономерности процесса псевдооживления и перемешивания и подходы к их моделированию основные виды оборудования применяемые для псевдооживления; - 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>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать конструкции основного технологического оборудования для осаждения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи; - анализировать конструкции основного технологического оборудования для фильтрования и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи; - анализировать конструкции основного технологического оборудования для псевдооживления и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи; - ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования.

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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к коллоквиуму <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 8-83, 176-178 [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. Основные закономерности. Оборудование для реализации	15	3	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к коллоквиуму <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 106-111
4.1	Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. 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. Расчеты скоростей псевдооживления и витания (уноса);
2. Оценочные расчеты процессов фильтрования;
3. Оценочные расчеты процессов осаждения.

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 (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	
Знать:						
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 поперечному сечению аппаратов	ИД-1пк-2				+	Коллоквиум/Фильтрование. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации
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	ИД-1пк-2		+			Коллоквиум/Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения

разделения						
Уметь:						
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 Коллоквиум/Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации Коллоквиум/Псевдоожигение и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации Коллоквиум/Фильтрование. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации
анализировать конструкции основного технологического оборудования для псевдоожигения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи	ИД-1пк-2				+	Коллоквиум/Псевдоожигение 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

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
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, Компьютерный читальный зал	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