

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.10.2024 17:51:04
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Отдел аспирантуры и докторантуры
Кафедра энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты химических технологий

Уровень образования	аспирантура	
Научная специальность	2.6.13	Процессы и аппараты химических технологий
Направленность	Процессы и аппараты химических технологий	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г..

Разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химических технологий»

профессор М. К. Кошелева
доцент Е. С. Бородина

Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. Цели освоения учебной дисциплины

Курс «Процессы и аппараты химических технологий» является системообразующим в подготовке аспирантов направленности Процессы и аппараты химических технологий. В курсе используется системный подход, даются понимание глубокой физической общности процессов химической технологии, основы гидромеханики, тепло- и массопередачи, теория и практика базовых химико-технологических процессов, с акцентом на основные закономерности и общие принципы анализа, расчета и оптимизации этих процессов, их энергообеспечение и аппаратурное оформление.

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) Процессы и аппараты химических технологий обучающийся должен

знать: физико-химические и химические процессы, лежащие в основе основных промышленных технологий химического производства; основные методы исследования процессов и аппаратов химической технологии; основы моделирования процессов и аппаратов химической технологии; нормативные документы по обеспечению промышленной безопасности химико-технологических объектов; перспективы развития производства, обеспечения требований производственной безопасности и защиты окружающей среды; основные современные типовые химико-технологические процессы, методы повышения их эффективности и оптимизации;

уметь: организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать их результаты; выбирать методы анализа и синтеза технологических схем; создавать лабораторные установки и стенды для проведения исследований в области химической технологии; обобщать полученные результаты; осуществлять сбор информации, анализ и подбор современного высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего требования производственной безопасности и защиты окружающей среды; - осуществлять технологические расчёты процессов и аппаратов химической технологии, рассчитывать основное типовое оборудование химических производств;

владеть: навыками систематизации и обобщения информации по эффективному использованию ресурсов в химических технологиях; навыками создания лабораторных и стендовых установок для изучения процессов химических технологий, в том числе в химической технологии отделки текстильных материалов и др., методиками и навыками проведения технологических расчётов процессов и аппаратов химической технологии, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты; навыками подбора типового оборудования по каталогам фирм-производителей; основными методами интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 7.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин предыдущего уровня образования: Процессы и аппараты химической технологии, Общая химическая технология, Общая и органическая химия, Аналитическая химия и др.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать - основные методы научно-исследовательской деятельности; - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; - критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; - избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.	
	Владеть - навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования; - навыками выбора методов и средств решения задач исследования.	
Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	Знать - современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы, используемые при решении профессиональных задач; - основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - выбирать и применять в профессиональной	

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
	<p>деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследований; - планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива.</p> <p>Владеть - навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива; - навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде.</p>	
<p>Способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области</p>	<p>Знать: - современные методы и средства планирования и организации исследований и разработок, проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - нормы научной этики и авторские права.</p> <p>Уметь: - использовать основные физико-химические теории для решения возникающих практических задач, самостоятельного приобретения знаний, для понимания принципов работы приборов и технологического оборудования; - оценивать эффективность и внедрять в производство новые технологии; - обеспечить защиту прав на объекты интеллектуальной собственности.</p> <p>Владеть: - навыками анализа работы технологических схем и аппаратуры в химической технологии; - навыками разработки мероприятий по повышению качества производимой продукции; - навыками представления результатов интеллектуальной</p>	<p>Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.</p>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
	деятельности с соблюдением научной этики и авторских прав.	
Способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных	Знать - физико-химические и химические процессы, лежащие в основе основных промышленных технологий химического производства; - современные аналитические приборы и методики для выполнения научных исследований.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - использовать современные приборы и методики; - организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.	
	Владеть - навыками стандартизации и сертификации материалов, изделий и технологических процессов.	
Способность применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов.	Знать - основные законы, теории, методы исследования процессов и аппаратов химической технологии.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - выбирать методы системного анализа, способы анализа и синтеза технологических схем.	
	Владеть - навыками систематизации и обобщения информации по эффективному использованию ресурсов в химических технологиях.	
Способность и готовность ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Знать - методы проведения и организации научных исследований в области химической технологии; - основы моделирования процессов и аппаратов химической технологии; - нормативные требования к организации научных исследований в химических лабораториях.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - создавать лабораторные установки и стенды для проведения исследований в области химической технологии; -	

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
	<p>планировать и проводить исследования на лабораторных и стендовых установках в области технологии переработки и создания веществ и материалов, обобщать полученные результаты.</p> <p>Владеть - навыками создания лабораторных и/или стендовых установок для изучения процессов химических технологий, в том числе в химической технологии отделки, навыками обработки данных технологических экспериментов.</p>	
<p>Способность и готовность внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по охране окружающей среды</p>	<p>Знать - нормативные документы по обеспечению промышленной безопасности химико-технологических объектов; - перспективы развития производства с учётом потребности во внедрении современного высокотехнологичного оборудования и обеспечения требований производственной безопасности и защиты окружающей среды.</p> <p>Уметь - осуществлять сбор информации, анализ и подбор современного высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего требования производственной безопасности и защиты окружающей среды.</p> <p>Владеть - навыками эксплуатации, обслуживания и внедрения современного высокотехнологичного оборудования с учётом обеспечения требований производственной безопасности и защиты окружающей среды.</p>	<p>Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.</p>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способность выполнять при разработке технических проектов технологический расчёт основных аппаратов химических технологий, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты	Знать - фундаментальные закономерности протекания процессов химических технологий; - законы переноса энергии и массы в технологических аппаратах; принципы и методы синтеза ресурсосберегающих химико-технологических систем.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - осуществлять технологические расчёты процессов и аппаратов химической технологии, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты.	
	Владеть - методиками и навыками проведения технологических расчётов процессов и аппаратов химической технологии, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты.	
Способность и готовность разрабатывать конструкции типового оборудования для осуществления типовых химико-технологических процессов	Знать - методы расчета стандартного оборудования для типовых химико-технологических процессов; основные нормативные документы для выбора оборудования химических производств.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.
	Уметь - осуществлять сбор информации, необходимой для расчета типового оборудования; - рассчитывать основное типовое оборудование химических производств.	
	Владеть - навыками расчетов типового химико-технологического оборудования; навыками подбора типового оборудования по каталогам фирм-производителей.	
Владение основными методами интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых	Знать - основные современные типовые химико-технологические процессы, возможные методы их интенсификации, повышения	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
химико-технологических процессов	эффективности и оптимизации.	
	Уметь - осуществлять на практике внедрение новых методов интенсификации химико-технологических процессов, повышения их эффективности и оптимизации.	
	Владеть - основными методами интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов.	

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	96
Лекции (ч)	18
Практические занятия (семинары) (ч)	18
Самостоятельная работа (ч)	28
Форма контроля (зач./экз.)	экзамен (32)

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
Раздел 1. Гидромеханические процессы	Лекция 1. Основы теории подобия. Моделирование и его роль в развитии теории подобия. Типовые гидродинамические модели.	4	ПЗ1. Метод анализа размерностей. Гидродинамика псевдооживленного слоя.	4	Участие в дискуссии
	Лекция 2. Аппараты с активной гидродинамикой и их применение в химической, текстильной и лёгкой промышленности.		ПЗ2. Гидродинамическая структура потоков.		Участие в дискуссии
Раздел 2. Тепловые процессы	Лекция 3. Теплообмен в системах с дисперсной твёрдой фазой. Тепловое подобие.	4	ПЗ3. Теплопередача в выпарных аппаратах.	4	Участие в дискуссии
	Лекция 4. Теплопередача в теплообменных аппаратах. Промышленные теплоносители. Оптимизация теплообменных аппаратов.		ПЗ4. Современные конструкции теплообменных аппаратов. Оптимизация теплообменных аппаратов.		Участие в дискуссии
Раздел 3. Массообменные процессы	Лекция 5. Анализ материалов как объектов технологической обработки. Классификации объектов технологической обработки.	10	ПЗ5. Расчёт сорбционно - структурных характеристик объектов технологической обработки.	10	Коллоквиум 1

	Лекция 6. Диффузия в газовой, жидкой и твёрдой средах. Математическое описание процессов диффузии.		ПЗ6. Типовые линейные задачи диффузии. Нелинейные задачи диффузии.		Участие в дискуссии
	Лекция 7. Внутридиффузионная сушка дисперсных полимерных материалов. Особенности сушки плоских текстильных материалов. Специальные способы сушки.		ПЗ7. Расчёт экстрактора периодического действия для извлечения низкомолекулярных соединений из крошки поликапроамида.		Участие в дискуссии
	Лекция 8. Кинетика и расчёт процессов экстрагирования технологических загрязнений из плоских и дисперсных объектов химических технологий, объектов текстильной и лёгкой промышленности. Мембранное разделение.		ПЗ8. Расчёт непрерывнодействующей сушилки с псевдоожиженным слоем полимерного материала.		Коллоквиум 2
	Лекция 9. Адсорбция и ионный обмен. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов.		ПЗ9. Расчёт процесса газоочистки методом адсорбции от паров органического вещества.		Участие в дискуссии
ВСЕГО часов в семестре		18		18	экзамен

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
Раздел 1	Гидромеханические процессы	Подготовка к дискуссии	9
Раздел 2	Тепловые процессы	Подготовка к дискуссии и к коллоквиуму 1	9
Раздел 3	Массообменные процессы	Подготовка к дискуссии и к коллоквиуму 2	10
Подготовка к экзамену		Подготовка к экзамену	32
ВСЕГО часов в семестре:			60

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины Процессы и аппараты химических технологий используются следующие образовательные технологии: презентация

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2. Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля (вопросы коллоквиумов)

Коллоквиум 1

1. Стационарная теплопроводность.
2. Нестационарная теплопроводность.
3. Численное решение задач теплопроводности.
4. Теплообмен при естественной и вынужденной конвекции.
5. Теплообмен при фазовых превращениях.
6. Увеличение коэффициента теплопередачи.
7. Классификация теплообменных аппаратов.
8. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.
9. Формы распространения теплоты. Характеристики процессов теплообмена.
10. Теплопроводность. Математическое описание.

Коллоквиум 2

1. Основное уравнение массопередачи, уравнения массоотдачи, коэффициенты массоотдачи, массопередачи. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи, внутренняя и внешняя задачи массообмена.

2. Суть процесса абсорбции, требования к абсорбентам, процесс абсорбции в химической технологии. Конструкции абсорбционных аппаратов: поверхностные абсорберы, барботажные и распылительные. Материальный баланс процесса абсорбции.

3. Принципиальные схемы адсорбции (прямоток, противоток, одноступенчатые и многоступенчатые схемы с рециркуляцией). Адсорбция в химической технологии. Промышленные адсорбенты и их основные характеристики.

4. Процесс ректификации. Ректификационные установки периодического действия. Непрерывно действующие ректификационные колонны.

5. Методы определения форм связи влаги с высушиваемым материалом (метод изотерм сорбции-десорбции, кривых кинетики и термограмм сушки и др.). Анализ материалов как объектов сушки (сорбционно-структурные и другие характеристики, их определение).

6. Кинетика процесса сушки. Периоды сушки. Кривые скорости сушки. Сушилки, используемые в отделочном производстве текстильной промышленности (контактные - барабанные, конвективные - сетчато-барабанные, роликовые и другие). Их достоинства и недостатки.

7. Процесс экстракции. Суть процесса. Области применения, требования к промышленным экстрагентам. Жидкостная экстракция. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Схемы организации потоков в процессе экстракции (прямоточная и противоточная экстракция).

8. Экстракция из твердых тел (полное растворение, выщелачивание). Применение процесса экстракции в системе Т-Ж в отделочном производстве текстильной промышленности.

7.3. Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (вопросы к экзамену)

Вопросы к экзамену по курсу ПАХТ

1. Основное уравнение гидродинамики. (Уравнение Эйлера для идеальной жидкости).

2. Дифференциальные уравнения гидродинамики для идеальной жидкости (уравнение Эйлера).

3. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, геометрический и энергетический смысл его членов.

4. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Виды гидравлических сопротивлений. Определение потерь напора реальной жидкости. Потери по длине трубопровода и на местных сопротивлениях.

5. Определение экономически целесообразного диаметра трубопровода.

6. Теория подобия, ее практическое применение. Виды подобия. Константы и инварианты подобия. Критерии подобия. Критерии симплексы и комплексы. Теоремы подобия.

7. Критерии гидродинамического подобия, их физический смысл. Обобщенное (критериальное) уравнение гидродинамики.

8. Метод анализа размерностей. π -теорема.

9. Взвешенный слой. Классификация основных гидродинамических режимов взвешенного слоя. Интенсификация технологических процессов.

10. Области применения псевдооживленного слоя, его достоинства и недостатки. Экономическая целесообразность его применения.

11. Кривые псевдооживления, критические скорости. Формулы Годеса для расчета критических скоростей псевдооживления. Модифицированный критерий Лященко.

12. Структура двухфазных потоков. Типовые гидродинамические модели. Кривые отклика для АИС и АИВ.

13. Определение области существования кипящего слоя полидисперсных материалов.

14. Конструкции аппаратов с псевдооживленным слоем. Активный гидродинамический режим, экономическая целесообразность его применения.
15. Неоднородные системы и гидромеханические методы их разделения. Использование этих методов для решения задач экологии.
16. Применение центрифугирования в красильно-отделочном производстве текстильной промышленности.
17. Сравнение циклонов и аппаратов со встречными закрученными потоками. Роль российских ученых в разработке аппаратов ВЗП.
18. Способы перемешивания. Типы мешалок. Обобщенное уравнение гидродинамики для процессов перемешивания. Режимы перемешивания. Модифицированные критерии.
19. Основное уравнение массопередачи, уравнения Шукарева, коэффициенты массоотдачи, массопередачи, движущая сила процесса массопередачи.
20. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи, внутренняя и внешняя задачи массообмена.
21. Суть процесса абсорбции, требования к абсорбентам, процесс абсорбции в химической технологии. Материальный баланс, рабочие линии.
22. Конструкции абсорбционных аппаратов: поверхностные абсорберы, барботажные и распылительные. Материальный баланс процесса абсорбции.
23. Принципиальные схемы адсорбции (прямоток, противоток, одноступенчатые и многоступенчатые схемы с рециркуляцией).
24. Адсорбция в химической технологии. Промышленные адсорбенты и их основные характеристики.
25. Устройство и принцип действия адсорберов. Адсорберы периодического и непрерывного действия.
26. Материальный баланс процессов непрерывной и периодической адсорбции. Динамическая и статическая активность адсорбентов.
27. Процесс ректификации. Ректификационные установки периодического действия.
28. Процесс ректификации. Непрерывно действующие ректификационные колонны.
29. Методы определения форм связи влаги с высушиваемым материалом (метод изотерм сорбции-десорбции, кривых кинетики и термограмм сушки и др.).
30. Кинетика процесса сушки. Периоды сушки. Кривые скорости сушки.
31. Анализ материалов как объектов сушки (сорбционно-структурные и другие характеристики, их определение).
32. Сушилки, используемые в отделочном производстве текстильной промышленности (контактные - барабанные, конвективные - сетчато-барабанные, роликовые и другие). Их достоинства и недостатки.
33. Процесс экстракции. Суть процесса. Области применения, требования к промышленным экстрагентам. Жидкостная экстракция. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Схемы организации потоков в процессе экстракции (прямоточная и противоточная экстракция).
34. Экстракция из твердых тел (полное растворение, выщелачивание). Применение процесса экстракции в системе *т-ж* в отделочном производстве текстильной

промышленности. Процесс промывки тканей в отделочном производстве текстильной промышленности, оборудование для его проведения (роликовые промывные машины с горизонтальной и вертикальной заправкой, машины с сетчатыми барабанами, релаксационные).

35. Особенности жгутовой промывки тканей и совершенствование технологии жгутовой промывки шерстяных тканей. Пути повышения эффективности процесса промывки и решение экологических задач в мокрой отделке. Кинетика процесса промывки тканей (виды загрязнений, периоды процесса). Материальный баланс, движущая сила.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	Учебник	М.: ООО ТИД "Альянс"	2005		102
2.	Ветошкин А. Г.	Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи	Учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань	2022	https://e.lanbook.com/book/211553	
3.	К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев.	Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2022	https://znanium.com/catalog/document?id=399271	
4.	С. С. Кутателадзе.	Теплопередача и гидродинамическое сопротивление	Книга	М. : Энергоатомиздат	1990		2
5.	Носов Г.А., Айнштейн В.Г. и др.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах.	Учебник	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний Санкт-Петербург : Лань	2014 2023 2022	https://e.lanbook.com/book/309377 https://e.lanbook.com/book/258419	10
6.	С. С. Кутателадзе	Основы теории теплообмена	Книга	Новосибирск : Наука	1970 1962 1957		4
7.	М. А. Михеев, Михеева И.М.	Основы теплопередачи	Учебник	М. : Энергия	1973		130
8.	А. Н. Плановский, П. И. Николаев	Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии	Книга	М. : Химия	1987		14
9.	А. В. Лыков	Тепломассообмен	Книга	М. : Энергия	1978		1
10.	Б. С. Сажин, Л. И. Гудим, В. А. Реутский	Гидромеханические и диффузионные процессы	учебное пособие	М. : Легпромбытиздат	1988		4

Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Кошелева М.К.	Выбор рациональных режимов процессов термовлажностной обработки материалов	учебно-методическое пособие.	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2017		5
2.	Сажин Б.С., Кошелева М.К., Сажина М.Б.	Процессы сушки и промывки текстильных материалов	Монография	МГУДТ	2013	http://znanium.com/bookread2.php?book=473715	5
3.	Светлов Ю.В.	Термовлажностные процессы в материалах и изделиях легкой промышленности	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2016 2006		4
4.	Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В.	Процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий		МГТУ им. А.Н. Косыгина	2008		10
5.	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии	Учебник	М., ООО ТИД "Альянс"	2005		5
6.	В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел	Теплопередача	Книга	М. : Энергия	1969		4
7.	С. С. Кутателадзе	Избранные труды	Книга	Новосибирск : Наука	1989		1
8.	М. В. Лыков	Сушка в химической промышленности	Книга	М. : Химия	1970		15
9.	А. В. Лыков, Б. М. Берковский	Конвекция и тепловые волны	Книга	М. : Энергия	1975		2
10.	У. Л. Уилкинсон ; ред. А. В. Лыков. - , Пер. с англ	Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен	Книга	М. : Мир	1964		1
11.	Сажин Борис Степанович ; Сажин Виктор Борисович	Научные основы техники сушки	Монография	М : Наука	1997		10

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/
5.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013 г
	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	компьютерная техника (15 компьютеров Aquarius) ; подключение к сети «Интернет»
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helyx-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое