

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова (136)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 12 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ МСТХ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Технология малотоннажных и среднетоннажных химических производств

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Губанов Николай Дмитриевич
Дата подписания: 17.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 17.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Чайка Анна
Анатольевна
Дата подписания: 19.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Процессы и аппараты предприятий МСТХ» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способен к осуществлению проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, разработке и оптимизации технологий производства продуктов малотоннажной и среднетоннажной химии, полимерных и композиционных материалов	ПКС-1.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.8	Осуществляет расчет и конструирование оборудования производств малотоннажной и среднетоннажной химии, полимерных и композиционных материалов	Знать основные законы теплопередачи, методику расчета поверхности теплопередачи. устройство перемешивающих устройств реакторов. Расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание. Устройство и принцип работы экструдеров. Расчет производительности, мощности привода экструдеров. Характеристики твердых дисперсных наполнителей и их классификацию. Методы получения композиционных материалов. Уметь применять современные методы расчета, подбора и эксплуатации технологического оборудования для осуществления процессов производства полимеров, переработки пластмасс и композиционных материалов. Соблюдать требования нормативно-правовых актов при разработке технологической документации. Владеть современными методами расчета, подбора и эксплуатации технологического оборудования для осуществления процессов производства полимеров, переработки пластмасс и композиционных материалов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты предприятий МСТХ» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии», «Математика», «Общая химическая технология», «Прикладная механика», «Эксергетический анализ химико-технологических процессов», «Математические методы решения профессиональных задач», «Процессы и аппараты химической технологии», «Моделирование химико-технологических процессов», «Химические реакторы»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «ВМ технологии в проектировании предприятий МСТХ», «Проектирование и оборудование предприятий МСТХ», «Системы управления химико-технологическими процессами и метрология», «Технический анализ и контроль производства клеев и герметиков», «Технический анализ и контроль производства лакокрасочных материалов», «Технический анализ и контроль производства моющих и чистящих средств», «Технологии очистки стоков и выбросов нефтехимических предприятий»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Реакторы	1, 2	8			1, 2, 3	10	1, 2, 3	22	Устный опрос
2	Переработка пластмасс	3, 4, 5	12			4, 5	4	1, 2, 3	22	Устный опрос
3	Композиционные материалы	6, 7, 8	12			6	2	1, 2, 3	16	Устный опрос
	Промежуточная								36	Экзамен

	аттестация								
	Всего		32				16		96

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Реакторы	Расчет поверхности теплопередачи реакторов периодического и непрерывного действия: рубашки, змеевики. Перемешивающие устройства: способы перемешивания. Устройства мешалок. Приводы мешалок. Расчет мешалок.
2	Переработка пластмасс	Оборудование для смешения полимерных материалов. Классификация смесителей. Конструкции смесителей и принципы их работы. Расчет процессов смешения. Экструзионные машины (экструдеры). Расчет производительности зоны загрузки. Расчет зоны плавления, мощности привода экструдера.
3	Композиционные материалы	Классификация полимерных композиционных материалов. Адгезия между матрицей и наполнителем. Характеристика, свойства и классификация твердых дисперсионных наполнителей. Механические свойства наполненных полимеров. Влияние наполнителей на вязкость и упругие свойства полимеров. Процессы производства армированных волокнами композиционных изделий.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет тепловых балансов реакторов периодического и непрерывного действия	2
2	Определение поверхности теплопередачи рубашки и змеевика реактора	4
3	Расчет мощности на перемешивание с различными типами мешалок	4
4	Расчет производительности экструдера	2
5	Расчет мощности привода экструдера	2
6	Расчет размеров аппарата для приготовления композиционных материалов	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Анализ научных публикаций	18
2	Подготовка к практическим занятиям	6
3	Проработка разделов теоретического материала	36

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций и практических используются следующие интерактивные методы обучения: работа в команде, применение информационных технологий; проектный метод.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия позволяют осуществить единый подход к изучению процессов и аппаратов малотоннажной и среднетоннажной химии и тем самым получить широкую техническую подготовку, основанную на знаниях, полученных при решении реальных задач. Указанные особенности практических занятий позволяют формировать как общепрофессиональные, так и профессиональные компетенции студента.

Решение практических задач на занятиях каждый студент выполняет индивидуально и оформляет решение с выводами в отдельной тетради по практическим занятиям.

Примеры практических задач приведены ниже.

1. Смесь мономеров (плотность 1600 кг/м³, динамический коэффициент вязкости 2·10⁻³ Па·с) приготавливают в реакторе (диаметр 1200 мм, высота 1500 мм), заполненном на 0,75 объёма. Смесь перемешивается пропеллерной мешалкой с числом оборотов 3,5 об/с. Определить необходимую мощность электродвигателя.

2. Мономер нагревается в реакторе в условиях свободной конвекции горячей водой, продаваемой насосом через ряд горизонтальных труб наружным диаметром 30 мм. Определить коэффициент теплоотдачи для мономера, если его средняя температура 60°C, а средняя температура наружной поверхности труб 70 °C.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента (СР) предусмотрена образовательным стандартом. СР является видом занятий по дисциплине, выполняемое студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.

Целью СР является подготовка к практическим занятиям, изучение отдельных тем дисциплины по рекомендуемой литературе. Это позволяет студенту приобрести навыки самостоятельной работы с различными источниками теоретической информации и проектирования аппаратов.

При изучении тем студент обязан основательно проработать и законспектировать изучаемый материал со всеми математическими выводами.

При выполнении схем аппаратов и изучении их устройств и принципов работы следует обращать внимание на достоинства и недостатки в конструкции и работе аппаратов с целью их дальнейшего совершенствования.

При самостоятельном изучении тем студенты используют рекомендуемую литературу и

электронные ресурсы, приведённые ниже. Теоретический материал, устройство, принцип действия и схемы аппаратов конспектируются в тетрадях для лекций с пометкой «самостоятельная работа». Подготовка к экзамену осуществляется по контрольным вопросам с использованием лекционного материала, рекомендуемой литературы и электронных образовательных ресурсов.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Студент получает три вопроса, письменно готовится в течение 15-20 минут и отвечает преподавателю.

Критерии оценивания.

Зачитывается, если студент дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. Владеет навыками выполнения практических задач.

Не зачитывается, если не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-1.8	Уверенно демонстрирует знание современных методов расчета, подбора и эксплуатации технологического оборудования для осуществления процессов производства полимеров, переработки пластмасс и композиционных материалов.	Устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студент приходит на экзамен с зачётной книжкой и паспортом. Получает экзаменационный билет, готовится в течение не менее 20 минут. После подготовки отвечает на вопросы экзаменационного билета. При необходимости ему задаются дополнительные вопросы.

1. Расчет необходимого объёма проточного реактора.
2. Расчёт количества теплоты, отводимое при экзотермической реакции.
3. Расчёт количества теплоты, подводимое при эндотермической реакции.
4. Определение расхода горячего (холодного) теплоносителя, подводимого в ру-башку (змеевик) реактора.
5. Расчет поверхности теплопередачи змеевика реактора.
6. Способы перемешивания сред в реакторах.
7. Устройство и расчет мешалок.
8. Конструкции и принцип работы одношнековых (двухшнековых) экструдеров.
9. Расчет производительности зоны загрузки экструдера.
10. Расчет зоны плавления (пластификации) экструдера.
11. Расчет производительности экструдера.
12. Расчёт мощности привода экструдера.
13. Классификация полимерных композиционных материалов.
14. Механизм электростатической, механической, диффузионной и адсорбционной адгезии.
15. Классификация твердых дисперсионных наполнителей.
16. Оборудование для смешения пластмасс.
17. Цели введения дисперсных наполнителей в полимеры.
18. Влияние наполнителей на вязкость, модуль упругости и прочность наполненного полимера.
19. Механизм усиления полимеров волокнами.
20. Влияние содержания, длины и ориентации волокон на свойства композиционных материалов.
21. Методы получения армированных волокнами полимерных изделий.

Пример задания:

Пример экзаменационного билета

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине Процессы и аппараты предприятий МСТХ

Профиль подготовки Технология малотоннажных и среднетоннажных химических производств

1. Расчёт необходимого объёма реактора
2. Устройство и принцип работы одношнекового экструдера

Билет составил Губанов Н.Д.

Утверждаю: «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ХТ _____

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Имеет глубокие	Имеет хорошие	Имеет достаточные	не знает процессы и

знания процессов и аппаратов предприятий МСТХ, физико-химических основ технологических процессов, основных технических средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, по совершенствованию технологических процессов. Умеет читать технологические схемы	знания процессов и аппаратов предприятий МСТХ, физико-химических основ технологических процессов, основных технических средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, по совершенствованию технологических процессов. Умеет читать технологические схемы	знания процессов и аппаратов предприятий МСТХ, физико-химических основ технологических процессов, основных технических средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, по совершенствованию технологических процессов. Умеет читать технологические схемы	аппараты предприятий МСТХ, физико-химических основы технологических процессов, основные технические средства измерения параметров технологических процессов, свойства сырья и готовой продукции. Читает технологические схемы с затруднениями.
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Завирухин С.Г. Химические реакторы. -Новосибирск: НГТУ, 2025. - 130 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbok.com/book/514560>

2. Батраков П.А. химические реакторы. Омск: ОмГТУ, 2023. -218 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/421733>

3. Ляпков А.А. Основы проектирования и оборудование производств полимеров. - Санкт-Петербург. Лань, 2025. - 480 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbok.com/book/455573>

4. Заикин А.Е. Полимерные композиционные материалы. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. - 292 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbok.com/book/455576>

5. Нилов А.С. Композиционные материалы: Классификация, технология, опыт применения. - М.: Инфра-Инженерия, 2024. - 428 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.cjm/book/514556>

6. Овчинников В.В. Композиционные материалы и их соединения. - М.: Инфра-Инженерия, 2024. - 320 с.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.cjm/book/514590>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Барышок В. П. Химические реакторы : учебное пособие / В. П. Барышок, 2018. - 107.
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-40593.pdf>
2. Янчуковская Е. в. Химические реакторы : электронный курс / Е. в. Янчуковская, 2022
[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6229>
3. Янчуковская Е. В. Химические реакторы - моделирование : электронный курс / Е. В. Янчуковская, 2022
[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6335>
4. Смирнов Н. Н. Химические реакторы в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский ; ред. П. Г. Романков, 1977. - 260.
5. Дисковые экструдеры / Ю. Г. Остапчук [и др.], 1972. - 131.
6. Уткин В. В. Экструдеры с вакуумным отсосом / В. В. Уткин, 1972. - 18.
7. Шерышев М. А. Технология переработки полимеров: математическое описание процессов : учебное пособие для вузов / М. А. Шерышев, 2020. - 145.
8. Шерышев М. А. Технология переработки полимеров. Конструирование изделий из пластмасс : учебное пособие для вузов / М. А. Шерышев, 2024. - 119.
9. Технология переработки полимеров. Инженерная оптимизация оборудования : учебное пособие для вузов / А. С. Клинков, М. А. Шерышев, М. В. Соколов, В. Г. Однолько, 2024. - 386.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.