

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Процессы и аппараты в технологии строительных материалов»**

**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

**Профиль «Инновационные материалы и аддитивные технологии в строительстве»**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2026**

Воронеж 2026

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цель дисциплины** состоит в содействии формированию у обучающихся теоретических и практических подходов к содержанию строительных технологий, управлению ими, обеспечению высокого качества выпускаемой продукции.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- рассмотреть структуру технологического процесса как объекта исследования и управления;
- дать оценку параметрам технологического процесса, их взаимной связи и обусловленности;
- рассмотреть общие принципы современных методов моделирования технологических процессов;
- рассмотреть общие принципы оптимизации технологических процессов;
- рассмотреть количественные модели для элементарных процессов, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность строительно-технологических процессов;
- преломить общие принципы моделирования, оптимизации и управления на конкретные задачи строительных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

При ее освоении используются знания и компетенции следующих дисциплин.

*Философия:* материя и основные формы ее существования; познание как отражение действительности; диалектика как учение о всеобщей связи и развитии.

*Математика:* определители и системы уравнений; введение в анализ функции одного переменного; дифференциальное исчисление функции одной переменной; исследование функции и построение графика; приближенное решение уравнений; интегральное исчисление; дифференциальные уравнения; основы теории вероятности; элементы математической статистики.

*Химия:* химическая кинетика и равновесие; химическая связь; вода и формы связанной воды; химическая термодинамика, второе начало термодинамики; химическое равновесие; фазовое равновесие и учение о растворах; дисперсные системы; поверхностная энергия; коллоидное состояние.

*Физика:* инерция, масса, импульс (количество движения), сила; законы сохранения; силы упругости и трения; силы тяготения; механика жидкостей и газов; колебания; молекулярная физика и термодинамика; жидкости, характеристики жидкого состояния; теплопроводность.

*Строительные материалы:* неорганические (минеральные) вяжущие

вещества; бетоны и изделия из них.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен использовать технологии, методы доводки и корректировки параметров технологических процессов производства строительных материалов, изделий и конструкций;

ПК-3 - Способен применять методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования строительно-технологических процессов, а также методы проектирования с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и технологий информационного моделирования BIM.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать глубинную сущность реализации основных законов в реальных технологических процессах
	Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
	Владеть методами проведения инженерных изысканий относительно технологических процессов
ПК-3	Знать научные и методологические принципы физического и математического моделирования технологических процессов.
	Уметь применять методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования строительно-технологических процессов.
	Владеть методами компьютерного проектирования при изучении профессиональных дисциплин, выполнении КР и КП.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	126	36	90
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	54	18	36
Практические занятия	18	-	18
<b>Самостоятельная работа</b>	90	72	18

<b>Курсовая работа</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации:			
зачет с оценкой	+	+	-
экзамен	+	-	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	Прак.	СРС	Всего, час
1	Задачи дисциплины в плане подготовки современного инженера	Главная задача – идентификация модели управления технологическим процессом	2	-	-	10	12
2	Технологический процесс как объект исследования и моделирования	Технология, технологический процесс: определения, термины, составляющие признаки Классификация технологических процессов в зависимости от определяющих законов протекания Классификация технологических процессов в зависимости от категорий пространства и времени, причинности и случайности Структура технологического процесса как объекта исследования и управления. Внешние и внутренние связи Общие задачи и принципы анализа и проектирования технологических процессов	6	6	-	12	24
3	Моделирование технологических процессов	Место моделирования в современной науке и технике. Основные определения. Виды моделей.  Физическое моделирование. Основные положения теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения Математическое моделирование. Виды математических моделей и источники их создания. Методы реализации математических моделей. Математические модели как средство оптимизации технологических процессов	10	10	6	12	38

		Оптимизация технологических процессов. Задачи оптимизации, критерии оптимизации, методы оптимизации.					
4	Гидромеханические процессы: основные уравнения статики и динамики	Сущность гидромеханических процессов, их место в строительных технологиях. Виды технологических жидкостей и жидкообразных масс. Понятие ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Гидростатика, основные уравнения. Инженерные задачи гидростатики Гидродинамика, основные характеристики движения жидкостей. Распределение скоростей по сечению трубопровода при ламинарном- режиме истечения, при турбулентном режиме. Основные уравнения гидродинамики	10	10	6	16	42
5	Гидродинамика: инженерные задачи	Общеинженерные задачи гидродинамики: измерения и расчеты скоростей в трубах и каналах, расчет потеряннного напора, определение скорости осаждения твердых частиц Смешанные задачи гидродинамики: фильтрация жидкости через слой зернистого материала, состояние псевдооживления, пневмотранспорт. Практические задачи Разделение двухфазных потоков: под действием силы тяжести, под действием центробежной силы. Пылеосадительные камеры, пневмо- и гидроциклоны Аппараты для перемещения жидкостей и газов: насосы, компрессоры, вентиляторы Течение в трубах высококонцентрированных паст типа строительных бетонов и растворов. Бетононасосы, растворонасосы Перемешивание жидких и жидкообразных масс. Гидромеханическое перемешивание: механизмы, математические модели, их применение в бетоноведении. Процессы вибрационного формования бетонных и железобетонных изделий: механизм процессов, пути создания математических моделей и возможности оптимального управления процессами	8	8	6	10	32
6	Управление тепловыми процессами	Тепловые процессы в строительных технологиях. Основные уравнения	6	6	-	10	22

		теплопереноса. Тепловое подобие. Инженерные задачи теплопереноса						
7	Управление массопереносными процессами	Вид массопереносных процессов в строительных технологиях. Уравнения массопереноса. Массообменные подобия. Использование критериев подобия в инженерных задачах	6	6	-	10	22	
8	Процессы совмещенного тепло- и массопереноса	Общие представления о процессах совмещенного тепло- и массопереноса. Технологические примеры. Уравнения совмещенного тепло- и массопереноса и возможности их практического использования Управление процессами сушки строительных материалов и изделий. Основные характеристики и параметры конвективного способа сушки. Скорость процесса. Распределение влаги в высушиваемом материале. Режимы сушки. Расчет и управление сушильным процессом. Конструкции и принципы работы сушилок, реализующих конвективный способ сушки Расчет процесса сушки с помощью I-x – диаграммы. Расход сушильного агента. Тепловой баланс процесса. Расход тепловой энергии и топлива	6	6	-	10	22	
<b>Итого</b>			<b>54</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>216</b>	

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№ л.р.	Наименование лабораторных работ
1	Моделирование гидродинамического процесса течения неньютоновской жидкости на примере транспортирования по трубам растворной смеси
2	Моделирование методом прямой аналогии процесса нагрева строительного изделия
3	Исследование процесса псевдоожижения слоя зернистого материала
4	Моделирование процесса перемешивания в смесителе гидромеханического типа
5	Моделирование процесса виброуплотнения бетонной смеси

## 5.2 Перечень практических занятий

1. Структурная модель технологического процесса
2. Общие вопросы моделирования технологических процессов (коллоквиум по теме)

3. Основные свойства жидкостей и газов
4. Инженерные задачи гидростатики
5. Основные характеристики гидродинамических потоков

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

№ темы КП	Наименование темы КП
1	Завод по производству строительного гипса мощностью 300 тыс.т./год
2	Завод по производству высокопрочного гипса производительностью 100 тыс.т./год
3	Завод по производству ангидритового вяжущего мощностью 200 тыс.т./год
4	Завод по производству строительной извести воздушного твердения мощностью 500 тыс.т./год
5	Завод по производству извести-пушонки мощностью 100 тыс.т./год
6	Завод по производству гидравлической извести мощностью 200 тыс.т./год
7	Завод по производст каустического магнезита мощностью 100 тыс.т./год
8	Завод по производству гипсоцементно-пуццоланового вяжущего мощностью 100 тыс.т./год
9	Завод по производству шлако-щелочного вяжущего мощностью 100 тыс.т./год.
10	Завод по производству известково-песчаного вяжущего мощностью 200 тыс.т./год
11	Завод по производству цементно-золяного вяжущего мощностью 300 тыс.т./год
12	Завод по производству каустического доломита мощностью 200 тыс.т./год
13	Завод по производству известково-шлакового вяжущего мощностью 200 тыс.т./год
14	Завод по производству строительного гипса мощностью 200 тыс.т./год

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

курсовая проект имеет целью закрепление материала курса и получение практических навыков расчетов технологических процессов и аппаратов. Объектом проектирования является технология получения одного из видов вяжущего вещества по заданной программе. Итогом проектной разработки должны быть: технологический регламент производственного процесса с детальным технологическим расчетом одного из основных аппаратов запроектированной технологии.

Курсовая работа включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций**

## на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать глубинную сущность реализации основных законов в реальных технологических процессах	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами проведения инженерных изысканий относительно технологических процессов		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать научные и методологические принципы физического и математического моделирования технологических процессов.	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования строительно-технологических процессов.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами компьютерного проектирования при изучении профессиональных дисциплин, выполнении КР и КП.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестрах для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать глубинную сущность реализации основных законов в реальных технологических процессах	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами проведения инженерных изысканий относительно технологических процессов	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать научные и методологические принципы физического и математического моделирования технологических процессов.	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования строительно-технологических процессов.	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами компьютерного проектирования при изучении профессиональных дисциплин,	Изучение лекционного материала Выполнение КП Подготовка и отчет по	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	выполнении КР и КП.	лабораторным работам Зачет с оценкой/экзамен	ответы	верный ответ во всех задачах		
--	---------------------	---	--------	------------------------------	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

#### **1. Технологический процесс – это ...**

- 1.1 Процесс переработки природного или техногенного сырья в предметы потребления и средства производства;
- 1.2 Процесс переработки природного сырья в предметы потребления и средства производства;
- 1.3 Процесс переработки техногенного сырья в предметы потребления и средства производства;

#### **2. Любой технологический процесс представляет собой совокупность \_\_\_\_\_ процессов.**

- 2.1 Основных и второстепенных;
- 2.2 Основных и дополнительных;
- 2.3 Основных, вспомогательных и обслуживающих;

#### **3. Первое правило (теорема) подобия – это теорема ...**

- 7.1 Ньютона-Бертрана;
- 7.2 Ньютона-Льюиса;
- 7.3 Ньютона-Шеффилда;

#### **4. Физическое моделирование предполагает проведение экспериментальных исследований на ...**

- 4.1 Готовой продукции;
- 4.2 Лабораторной модели;
- 4.4 Технологической линии;

#### **5. Величина поверхностного натяжения с ростом температуры ...**

- 5.1 Не изменяется;
- 5.2 Снижается;
- 5.3 Повышается;

#### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой**

1. Задачи дисциплины в подготовке современного инженера.
2. Общая характеристика технологического процесса. Основные термины и понятия.
3. Классификация технологических процессов в зависимости от определяющих законов их протекания.
4. Классификация технологических относительно категорий времени и пространства.

5. Классификация технологических относительно категорий причинности и случайности.
6. Структура технологического процесса как объекта исследования и управления. Внешние и внутренние связи.
7. Общие задачи и принципы анализа и проектирования технологических аппаратов.
8. Моделирование технологически процессов. Место моделирования в современной науке и технике.
9. Основные определения, возможные виды моделей.
10. Физическое моделирование. Основные положения теории подобия.
11. Правила или теоремы подобия.
12. Формирование критериев подобия методом подобного преобразования дифференциальных уравнений.
13. Свойства и значение критериев подобия.
14. Критериальные уравнения, их значение.
15. Основные этапы физического моделирования. Результат моделирования.
16. Сущность, определения математического моделирования.
17. Виды математических моделей, источники их создания.
18. Этапы построения математической модели технологического процесса.
19. Методы и средства реализации математических моделей при решении практических задач.
20. Оптимизация технологических процессов. Сущность оптимизации.
21. Методы оптимизации.
22. Оптимизация экспериментально-графическим методом при одном факторе. Метод Кифера-Джонсона.
23. Дисперсионный анализ однофакторного эксперимента.
24. Оптимизация экспериментально-графическим методом при 2-х, 3-х, 4-х факторах.
25. Оптимизация математическими методами.
26. Оптимизация экспериментально-математическими методами или методами планирования многофакторных экспериментов.
27. Сущность гидромеханических процессов, их место в технологии.
28. Виды технологических жидкостей и жидкообразных масс, их реологические свойства.
29. Представление неньютоновских жидкостей как дисперсных систем.
30. Реологические свойства истинных молекулярных жидкостей. Сущность поверхностного натяжения.
31. Общая оценка влияния поверхностного натяжения на ход технологических процессов. Явление смачивания. Явление образования пленок воды на зернах дисперсной твердой фазы.
32. Капиллярный стягивающий эффект.
33. Влияние поверхностного натяжения на устойчивость пен.
34. Вязкость ньютоновских жидкостей.
35. Реологические особенности неньютоновских жидкостей. Реологические модели.

36. Основные виды и свойства неньютоновских жидкостей.
37. Общие положения гидростатики.
38. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера для покоящейся жидкости.
39. Основное уравнение гидростатики в интегральной форме.
40. Инженерные задачи гидростатики: расчет давления и силы давления жидкости на стенки и дно резервуара.
41. Инженерные задачи гидростатики: расчет сообщающихся сосудов.
42. Инженерные задачи гидростатики: расчеты гидравлических машин.
43. Гидродинамика: основные термины, понятия, характеристики.
44. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке.
45. Распределение скоростей в турбулентном потоке.
46. Уравнение неразрывности (сплошности) потока в дифференциальной и интегральной форме.
47. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости – уравнение Эйлера.
48. Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости – уравнение Навье-Стокса.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
2. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
3. Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей с применением уравнения Бернулли.
4. Измерение скорости течения жидкости в трубопроводе с помощью пневмометрических трубок и дифференциального манометра.
5. Измерение скоростей и расходов жидкостей с помощью дроссельных приборов.
6. Расчет скорости истечения жидкости из резервуара через донные отверстия.
7. Расчет гидравлических сопротивлений в трубах и каналах при ламинарном течении жидкости.
8. Расчет гидравлических сопротивлений в трубах и каналах при турбулентном течении жидкости.
9. Расчет потери напора на преодоление местных сопротивлений. Определение полных потерь.
10. Общие закономерности процессов движения тел в жидкостях.
11. Осаждение твердых частиц в жидкой или газовой среде. Скорость осаждения.
12. Основные три типа смешанных задач гидродинамики: общая характеристика.
13. Движение жидкости через зернистые и пористые слои.
14. Гидродинамика псевдооживленного слоя.
15. Пневно-и гидротранспорт частиц зернистого материала: необходимые условия, расчетные формулы.
16. Особенности работы пневмотранспорта (практические вопросы).
17. Особенности работы гидротранспорта (практические вопросы).
18. Разделение двухфазных систем под действием гравитационных сил. Гидроотстойники и пылеосадительные камеры.

19. Разделение двухфазных систем под действием центробежных сил. Пневмоциклоны и гидроциклоны.
20. Общие сведения о насосах, насосы общего пользования.
21. Насосы для подачи бетонных и растворных смесей.
22. Основные расчетные характеристики насосов.
23. Общие сведения о компрессорах и вентиляторах.
24. Устройство и основные характеристики вентиляторов.
25. Применение вентиляторов в технологических процессах.
26. Основные расчетные характеристики вентиляторов.
27. Реология высококонцентрированных паст типа глиняной массы, цементного теста, бетона.
28. Особенности течения по трубам вязкопластичных жидкостей типа цементного и глиняного теста, строительного раствора.
29. Расчет скорости течения в трубе вязкопластичной жидкости.
30. Насосы для транспортирования по трубам бетонных и растворных смесей.
31. Значение, виды и характеристики процессов перемешивания.
32. Общие характеристики процессов гидромеханического перемешивания, типы мешалок и течений.
33. Общие принципы моделирования процесса гидромеханического перемешивания. Условия геометрического подобия.
34. Приближенное моделирование процесса перемешивания.
35. Сущность и значение процессов уплотнения бетонной смеси при формовании изделий.
36. Сущность процессов вибрационного уплотнения бетонных смесей. Механизм процесса.
37. Способы реализации вибраций в технологии бетонных и железобетонных изделий.
38. Общие предпосылки построения математической модели процесса уплотнения бетонной смеси.
39. Основные понятия и уравнения гармонических колебаний материальной точки, используемые при количественном представлении процесса виброуплотнения бетонной смеси.
40. Модель упруго-вязкой системы как прототип модели виброуплотнения бетонной смеси.
41. Приближенное моделирование процесса виброуплотнения бетонной смеси: дифференциальное уравнение колебательного процесса применительно к бетонной смеси.
42. Контроль и управление процессом виброуплотнения бетонной смеси.
43. Теплоперенос. Основные термины и понятия. Движущая сила процесса.
44. Основное уравнение теплопередачи.
45. Температурное поле и температурный градиент в строительных изделиях и конструкциях.
46. Передача теплоты теплопроводности в неподвижной сплошной среде.
47. Дифференциальное уравнение теплопереноса в неподвижной среде, в том числе в объеме строительного изделия: уравнение Фурье.
48. Некоторые частные случаи решения дифференциального уравнения теплопереноса - уравнение Фурье применительно к строительным изделиям.
49. Уравнения, описывающие распределение температуры в конвективно движущемся носителе – уравнение Фурье-Киргхгофа.
50. Перенос теплоты на границе между конвективнодвижущимся теплоносителем и поверхностью строительного изделия. Пограничный слой.
51. Уравнение поверхностной теплоотдачи – уравнение Ньютона.

52. Критерии теплового подобия и критериальные уравнения теплопереноса.
53. Основные виды и общие характеристики массопереноса.
54. Закон переноса вещества диффузией. Сущность коэффициента диффузии.
55. Дифференциальное уравнение массопереноса в неподвижной среде.
56. Уравнение переноса вещества в конвективно движущейся среде.
57. Перенос вещества на границе раздела сред. Уравнение поверхностной массоотдачи.
58. Критерии массообменного подобия, критериальные уравнения.
59. Уравнение совместного тепло-и массопереноса в капиллярно-пористых телах.
60. Процессы сушки строительных материалов и изделий: сущность, назначение и виды сушки.
61. Три влажностные состояния материала.
62. Структура строительного материала и его влажностное состояние.
63. Тепло-и массоперенос в процессе сушки. Распределение влаги в объеме высушиваемой частицы материала в зависимости от режима сушки.
64. Кинетика высушивания капиллярно-пористых материалов. Периоды сушки.
65. Кинетика высушивания капиллярно-пористых материалов. Скорость и продолжительность сушки.
66. Внешний тепло-и массоперенос в процессе сушки строительных материалов и изделий.
67. Механизм внутреннего массопереноса в процессе сушки строительных материалов и изделий.
68. Туннельная сушилка для штучных материалов. Схемы, потоки, параметры, режим работы, оценки эффективности.
69. Барабанная сушилка для сыпучих материалов. Схемы, потоки, параметры, режимы работы, оценки эффективности.
70. Башенная распылительная сушилка. Схемы, потоки, режимы работы, оценки эффективности.
71. Сушка в псевдооживленном слое. Схемы, потоки, режимы работы, оценки эффективности.
72. Расчетные параметры сушильного агента. Использование в расчетах I-х диаграмм.
73. Расчетные параметры высушиваемого материала.
74. Количество сушильного агента, необходимое для сушки.
75. Тепловой баланс процесса конвективной сушки. Определение расхода топлива на процесс сушки.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой включает два вопроса, освещающие отдельные разделы курса. При проведении устного зачета студенту предоставляется 30 минут на подготовку ответа и 10 – 15 минут на сам ответ. Оценка выставляется по результатам ответа на основные и дополнительные вопросы, учитываются также результаты защиты отчетов по лабораторным занятиям.

Экзамен принимается по такой же схеме. Экзаменационный билет включает

3 вопроса, на подготовку ответа предоставляется 30-45 минут.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Главная задача – идентификация модели управления технологическим процессом	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
2	Технология, технологический процесс: определения, термины, составляющие признаки Классификация технологических процессов в зависимости от определяющих законов протекания Классификация технологических процессов в зависимости от категорий пространства и времени, причинности и случайности Структура технологического процесса как объекта исследования и управления. Внешние и внутренние связи Общие задачи и принципы анализа и проектирования технологических процессов	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
3	Место моделирования в современной науке и технике. Основные определения. Виды моделей.  Физическое моделирование. Основные положения теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения Математическое моделирование. Виды математических моделей и источники их создания. Методы реализации математических моделей. Математические модели как средство оптимизации технологических процессов Оптимизация технологических процессов. Задачи оптимизации, критерии оптимизации, методы оптимизации.	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
4	Сущность гидромеханических процессов, их место в строительных технологиях. Виды технологических жидкостей и жидкообразных масс. Понятие ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Гидростатика, основные уравнения. Инженерные задачи гидростатики Гидродинамика, основные характеристики движения жидкостей. Распределение	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.

	<p>скоростей по сечению трубопровода при ламинарном- режиме истечения, при турбулентном режиме.</p> <p>Основные уравнения гидродинамики</p>		
5	<p>Общеинженерные задачи гидродинамики: измерения и расчеты скоростей в трубах и каналах, расчет потеряннного напора, определение скорости осаждения твердых частиц</p> <p>Смешанные задачи гидродинамики: фильтрация жидкости через слой зернистого материала, состояние псевдооживления, пневмотранспорт.</p> <p>Практические задачи</p> <p>Разделение двухфазных потоков: под действием силы тяжести, под действием центробежной силы. Пылеосадительные камеры, пневмо- и гидроциклоны</p> <p>Аппараты для перемещения жидкостей и газов: насосы, компрессоры, вентиляторы</p> <p>Течение в трубах высококонцентрированных паст типа строительных бетонов и растворов. Бетононасосы, растворонососы</p> <p>Перемешивание жидких и жидкообразных масс. Гидромеханическое перемешивание: механизмы, математические модели, их применение в бетоноведении.</p> <p>Процессы вибрационного формования бетонных и железобетонных изделий: механизм процессов, пути создания математических моделей и возможности оптимального управления процессами</p>	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
6	<p>Тепловые процессы в строительных технологиях. Основные уравнения теплопереноса. Тепловое подобие. Инженерные задачи теплопереноса</p>	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
7	<p>Вид массопереносных процессов в строительных технологиях. Уравнения массопереноса. Массообменные подобия. Использование критериев подобия в инженерных задачах</p>	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.
8	<p>Общие представления о процессах совмещенного тепло- и массопереноса. Технологические примеры. Уравнения совмещенного тепло- и массопереноса и возможности их практического использования</p> <p>Управление процессами сушки строительных материалов и изделий. Основные характеристики и параметры конвективного способа сушки. Скорость процесса.</p>	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.

<p>Распределение влаги в высушиваемом материале. Режимы сушки. Расчет и управление сушильным процессом.</p> <p>Конструкции и принципы работы сушилок, реализующих конвективный способ сушки</p> <p>Расчет процесса сушки с помощью I-x – диаграммы. Расход сушильного агента.</p> <p>Тепловой баланс процесса. Расход тепловой энергии и топлива</p>		
--	--	--

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач - 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Шмитько Е. И. Процессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий: Учебное пособие – С.-Петербург: Изд-во «Перспектива науки». – 2010. – 736 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. 14-е издание стереотипное. Перепечатка с девятого издания 1973 г. – М.; ООО ИД «Альянс», 2008. – 753 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов под редакцией чл.-корр. АН России П.Г. Романкова. - 14-е изд., стереот.

Перепечатка с издания 1987 г. - М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 576 с.

4. Шмитько Е. И. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов и изделий: лабораторные практикум/Е.И. Шмитько, Д.Н. Коротких, В.В. Мысков.- Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2006.

5. Шмитько Е.И. Комплексный курсовой проект по дисциплинам «Вязущие вещества», «Процессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий», «Механическое оборудование предприятий стройиндустрии»: Учебное пособие/Е.И. Шмитько, А.В.Крылова, В.С. Кабанов, С.П. Козодаев.-Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2008.

6. Шмитько Е.И. Процессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий. Расчет аппаратов: Учебное пособие/Е.И. Шмитько -Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2006.

7. Использование ГОСТов, стандартов, технологических схем, демонстрационных, справочных, информационных, рекламных и др. учебно-методических пособий и материалов в электронном виде.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Электронно-библиотечная система IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
3. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека ВГТУ <https://bibl.cchgeu.ru/catalog/>
5. «КонсультантПлюс» <https://www.consultant.ru/>
6. Образовательный портал ВГТУ <https://old.education.cchgeu.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Лаборатория ауд. 6146 (комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул); рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 чел; Персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет – 4 шт; Электроинтегратор БУСЭ-70).
2. Лаборатория ауд. 6165а (комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул); рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 чел; Экран; ПК в сборе).
3. Лаборатория ауд. 6042 (комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул); рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 24 чел; Вискозиметр Энглера; Жидкостные приборы: стенд лабораторный (настенный) для измерения и создания избыточного и вакууметрического давлений; Прибор Дарси; Емкость для лабораторной работы с электродвигателем и редуктором по исследованию относительного потока жидкости; Измерительные приборы: линейки, секундомер).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета различных аппаратов и процессов в технологии производства строительных материалов и изделий. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

### Рекомендации студенту

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования.

	<p>Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП

## Лист согласования

Автор	Усачев Александр Михайлович	Подписано	24.04.2026 11:58:22
Заведующий кафедрой	Усачев Александр Михайлович	Подписано	24.04.2026 12:04:36
Руководитель образовательной программы	Усачев Александр Михайлович	Подписано	24.04.2026 12:06:24
Декан факультета	Понявина Наталия Александровна	Утверждено	29.04.2026 9:53:47