

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор строительного-  
технологического института  
В.В. Власов  
« 14 » 05 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины

«Моделирование химико-технологических процессов и производств»

Направление подготовки: 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»

Квалификация (степень) выпускника: «Бакалавр»

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Автор программы: Е.И. Шмитько (д.т.н., проф., Е.И. Шмитько)

Программа обсуждена на заседании кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций «А» 04 2015 года Протокол № 11

Зав. кафедрой В.В. Власов В.В. Власов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Цели дисциплины:** освоить современные принципы анализа, моделирования и управления основными процессами строительных технологий в направлении обеспечения высокого качества получаемых материалов и изделий.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Рассмотреть структуру технологического процесса как объекта исследования и управления;
- Рассмотреть общие принципы современных методов моделирования технологических процессов;
- Рассмотреть общие принципы оптимизации технологических процессов;
- Рассмотреть количественные модели для элементарных процессов, отражающих химическую, 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 ООП

Дисциплина «Основы химико-технологических процессов и производств» относится к вариативной части (по выбору) профессионального цикла дисциплин. При ее освоении используется знания следующих предшествующих дисциплин.

*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.

*Общая и неорганическая, современная физическая химия:* химическая кинетика и равновесие; химическая связь; вода и формы связи воды; физическая химия и химическая термодинамика; химическое равновесие; фазовое равновесие и учение о растворах; дисперсные системы; поверхностная энергия; коллоидное состояние, кристаллохимическое 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.

*Материаловедение и технология композитов:* неорганические (минеральные) вяжущие вещества, бетоны на неорганические и изделия из них; полимерные материалы и композиты на их основе.

*Сопротивление материалов:* деформация тела; теория прочности.

*Информатика:* используются навыки программирования, работы с ЭВМ в лабораторном практикуме, курсовом проектировании, НИР.

Знания, полученные при изучении дисциплины, служат основой для успешного усвоения последующих дисциплин профессионального цикла: физика – химия дисперсных систем и материалов, современные методы синтеза твердофазовых материалов, основы качественного анализа, химия обжиговых и тугоплавких материалов.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы химико-технологических процессов и производств» направлен на формирование критериев следующих компетенций:

- способностью комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов (ОПК-3);

способностью формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук (ОПК-5);

- способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4);

- готовностью к принятию решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов.

**Уметь:** выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов.

**Владеть:** знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации технологических процессов, управления этими процессами.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов и производств» составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
			5	6		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		90	36	54		
В том числе:						
Лекции		54	18	36		
Практические занятия (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)		36	18	18		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		90	36	54		
В том числе:						
Курсовой проект				15		
Контрольная работа						
Вид промежуточной аттестации (экзамен)			зачет	Экз (36 ч)		
Общая трудоемкость	час	180	72	108		
	зач. ед.	5	2	3		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Задачи дисциплины в плане подготовки современного специалиста - бакалавра	Строительная отрасль как объект управления Главная задача – идентификация модели управления химико-технологическими процессами
2.	Химико-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 химико-технологического процесса как объекта исследования и управления. Внешние и внутренние связи. Общие задачи и принципы анализа и проектирования химико-технологических процессов
3.	Моделирование и оптимизация химико-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 Общие принципы оптимизации химико - технологических процессов
4	Особенности моделирования химических процессов	Место химических процессов в строительных технологиях Общие подходы к моделированию и управлению химическими процессами Пример реализации основополагающих принципов системного анализа применительно к системе твердения бетона - СТБ.
5	Некоторые вопросы моделирования механических процессов	Механические процессы в строительном материаловедении, в строительной механике, в строительных технологиях Структура и механические свойства материалов. Проявление свойств материалов на атомно-молекулярном уровне, надмолекулярном уровне на уровне макроструктур и материалов. Современные представления о процессах разрушения материала. Управление процессами грубого измельчения материалов. Основные типы измельчителей и их характеристики. Управление процессами тонкого измельчения материалов. Современное оборудование; современные тенденции в управлении процессами тонкого измельчения материала
6	<u>Гидромеханические процессы</u>	Сущность гидромеханических процессов, их место в строительных технологиях. Виды технологических жидкостей

		<p>и жидкообразных масс. Понятие ньютоновских и неньютоновских жидкостей.</p> <p>Поверхностное натяжение в жидкостях. Влияние поверхностного натяжения на ход технологических процессов. Явление смачивания. Поверхностные пленочные силы и их влияние на уплотняемость влажных дисперсных материалов. Влияние поверхностного натяжения на устойчивость пен</p> <p>Вязкость ньютоновских жидкостей, ее влияние на ход технологических процессов</p> <p>Реологические свойства неньютоновских жидкостей их влияние на ход технологических процессов</p> <p>Гидростатика, основные уравнения. Инженерные задачи гидростатики.</p> <p>Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкостей. Распределение скоростей по сечению трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах истечения. Основные уравнения гидродинамики.</p> <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. Практические задачи</p> <p>Разделение двухфазных потоков: под действием силы тяжести, под действием центробежной силы. Пылеосадительные камеры, пневмо- и гидроциклоны</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>
7	Управление тепловыми процессами	Тепловые процессы в строительных технологиях. Основные уравнения теплопереноса. Тепловое подобие. Инженерные задачи теплопереноса
8	Управление массопереносными процессами	Виды массопереносных процессов в строительных технологиях. Уравнения массопереноса. Массообменное подобие. Использование критериев подобия в инженерных задачах
9	Процессы совмещенного тепло- и массопереноса	<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> <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>

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Специальные конструкционные и функциональные строительные материалы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Химико-технологические процессы получения полимерных композиционных материалов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Химико-технологические процессы получения обжиговых и тугоплавких материалов	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Все-го час.
1	Задачи дисциплины в плане подготовки современного специалиста - бакалавра	1			1	2
2	Химико-технологический процесс как объект исследования и моделирования	4			5	9
3	Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	4		8	10	22
4	Особенности моделирования химических процессов	4		6	5	15
5	Некоторые вопросы моделирования механических процессов	3			3	6
6	Гидромеханические процессы	26		16	30	72
7	Управление тепловыми процессами	3			10	13
8	Управление массопереносными процессами	3			16	19
9	Процессы совмещенного тепло- и массопереноса	6		6	10	22
Всего		54		36	90	180

#### 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	3	Моделирование методом прямой аналогии процесса нагрева строительного изделия	8
2.	4,6	Моделирование гидродинамического процесса течения неньютоновской жидкости на примере транспортирования по трубам растворной смеси	8
3.	6	Моделирование процесса перемешивания в смесителе гидромеханического типа	8
4.	6	Моделирование процесса виброуплотнения бетонной смеси	6
5	9	Моделирование процесса взаимодействия газового потока со слоем зернистого материала	6
ВСЕГО			36

#### 5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены учебным планом.

#### 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовой 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.

Объем проекта:

Пояснительная записка 20-30стр.

Чертеж, включающий пооперационную, технологическую и операторную схемы технологического процесса 1 лист ф. А1

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ(МОДУЛЮ)

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенции	Форма контроля	Семестр
1	ОПК-3. Способностью комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов	Отчеты по лабораторным работам (ОЛР); Тестирование (Т); Коллоквиумы (К); Зачет; Экзамен	5,6
2	ОПК-5. Способностью формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук	Отчеты по лабораторным работам (ОЛР); Тестирование (Т); Коллоквиумы (К); Зачет; Экзамен	5,6
3	ПК-4. Способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	Отчеты по лабораторным работам (ОЛР); Тестирование (Т); Коллоквиумы (К); Зачет; Экзамен	5,6
4	ПК-6. Готовностью к принятию решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий	Отчеты по лабораторным работам (ОЛР); Тестирование (Т); Коллоквиумы (К); Зачет; Экзамен	5,6



## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля						
			О ЛР	Т	К	КП	зачет	экзамен
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		+	+	+	+	+	+
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов. (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		+	+	+	+	+	+
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		+	+	+	+	+	+

### 7.2.1 Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	отлично	Полное или частичное посещение лекций , полное посещение лабораторных занятий, отчеты по лабораторным занятиям защищены на «отлично»
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов. (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	хорошо	Полное или частичное посещение лекций, полное посещение лабораторных занятий, отчеты по лабораторным занятиям защищены на «хорошо»

Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов. (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных занятий. Одна лабораторная работа пропущена, но не отработана на дополнительных занятиях. Отчеты по остальным лабораторным работам защищены на «удовлетворительно»
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	неудовлетворительно	Частичное посещение лекций и лабораторных занятий, не представлены отчеты по лабораторным занятиям

Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов ((ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6));		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	не аттестован	Практически полное непосещение занятий, не представлены отчеты по лабораторным занятиям.
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		

## 7.2.2 Этапы промежуточного контроля знаний (5семестр)

В пятом семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет) оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	зачтено	Студент выполнил и защитил курсовой проект. В ходе зачета в основных чертах правильно осветил представленные ему контрольные вопросы.
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	не зачтено	Студент не выполнил или не защитил курсовой проект, или не выполнил и не отчитался хотя бы по одной лабораторной работе, или в ходе зачета не смог хотя бы в отдельных деталях осветить контрольные вопросы.

Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОК-10, (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		

В шестом семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	отлично	Отчеты по лабораторным работам и курсовой проект защищены на «отлично». На экзамене студент продемонстрировал высокий уровень знания и владения лекционным материалом.
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		

Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	хорошо	Отчеты по лабораторным работам и курсовой проект защищены на «отлично» или «хорошо». В ходе экзамена студент продемонстрировал хорошее владение излагаемым материалом, но по некоторым моментам допускает ошибки.
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	удовлетворительно	Отчеты по лабораторным работам и курсовой проект защищены на положительную оценку. В ходе экзамена студент демонстрирует владение лишь основными положениями дисциплины/ но возможны значительные неточности в ответах, особенно при видеоизменении поставленного вопроса.
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Знает	Основополагающие законы химии, физики, механики, тепло- и массопереноса как базис при моделировании сложных технологических процессов; принципы физического и математического моделирования и экспериментального исследования технологических процессов; принципы и методы оптимизации	не удовлетворительно	Студент не владеет большей частью курса, не способен ответить на дополнительные вопросы.

	технологических процессов ((ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Умеет	Выполнять глубокий анализ сущности микро- и макропроцессов, составляющих основу технологических процессов по производству строительных материалов и изделий, проводить на их основе моделирование технологических процессов (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		
Владеет	Знаниями, необходимыми для моделирования и оптимизации строительно-технологических процессов, оптимального управления этими процессами (ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);		

### **7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности.**

#### **7.3.1. Вопросы для подготовки к зачету**

1. Задачи дисциплины в плане подготовки 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 технологических 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.

## Вопросы для экзамена

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. Пневноциклоны 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 формировании 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-Кирхгофа.
50. Перенос теплоты на границе между конвективно движущимся 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.

### 7.3.2. Паспорт фонда оценочных средств

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
<b>1</b>	Задачи дисциплины в плане подготовки современного инженера	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Тестирование (Т) Зачет
<b>2</b>	Технологический процесс как объект исследования и моделирования	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Тестирование (Т) Зачет
<b>3</b>	Моделирование технологических процессов	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Тестирование (Т) Лабораторная работа (ЛР) Зачет
<b>4</b>	Гидромеханические процессы: основные уравнения статики и динамики	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Тестирование (Т) Зачет
<b>5</b>	Гидродинамика: инженерные задачи	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
<b>6</b>	Управление тепловыми процессами	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
<b>7</b>	Управление массопереносными процессами	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
<b>8</b>	Процессы совмещенного тепло- и массопереноса	(ОПК-3, ОПК-5, ПК-4, ПК-6);	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен

#### 7.4 Порядок оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Экзамен включает три вопроса, освещающие отдельные разделы курса. При проведении устного экзамена обучаемому предоставляется 45 минут на подготовку ответа и 15 – 20 минут на сам ответ. Оценка выставляется по результатам ответа на основные и дополнительные вопросы, учитываются также результаты защиты отчетов по практическим и лабораторным занятиям.

Зачет оценивается по результатам ответов на контрольные вопросы с учетом результатов защиты отчетов по практическим и лабораторным работам.

#### 8. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, разработанного на кафедре

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Авторы	Год издания	Место хранения и количество
1.	Процессы и аппараты в технологии строительных материалов и изделий	Учебное пособие. С-Петербург: Проспет науки, 736 с.	Шмитько Е.И.	2010	Библиотека, 60 экз.
2.	Процессы и аппараты в технологии строительных материалов и изделий	Лабораторный практикум. Изд-во ВГАСУ, 106 с.	Шмитько Е.И. Коротких Д.Н. Мысков В.В.	2006	Библиотека, 100 экз.
3.	Комплексный курсовой проект по дисциплинам: «Вязущие вещества», «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов и изделий», «Механическое оборудование предприятий стройиндустрии».	Учебно-методическое пособие. Изд-во ВГАСУ, 106с.	Шмитько Е.И. Крылова А.В. Кабанов В.С. Козодаев С.П. Степанова М.П.	2015	Библиотека, 100 экз.

## 9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекции; кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Делать обозначения вопросов, терминов, материалов, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Курсовой проект	Предварительно изучить в деталях обозначенную в задании на проектирование технологию одного из видов вяжущего вещества; с использованием государственных стандартов требования к сырью, готовой продукции; в дальнейшем выполнять все необходимые обоснования и расчеты в соответствии с заданием и методическими указаниями кафедры на выполнение курсового проекта.
Лабораторные занятия	Подготовка теоретической части работы и отчет по ней вначале занятия. Домашняя заготовка согласно методическим указаниям макета отчета по лабораторной работе. Выполнение работы и занесение полученных экспериментальных результатов в отчет по лабораторной работе. Защита отчета перед преподавателем.
Подготовка к экзамену (зачету).	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях, методику и результаты выполнения лабораторных работ.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1 Основная литература:

#### Учебная литература основная

1. Шмитько Е. И. Поцессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий: Учебное пособие – С.-Петербург: Изд-во «Проспект науки». – 2010. – 736 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. 14-е издание стереотипное.– М.; ООО ИД «Альянс», 2008. – 753 с.
3. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов [Текст] : учеб. пособие / Закгейм, Александр Юделевич. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Логос, 2011 (Йошкар-Ола : ООО "Тип. "Вертикаль"). - 302 сШмитько Е.И. Процессы и аппараты в технологии строительных изделий (расчеты аппаратов). Учебное пособие.- Воронеж, ВИСИ, 2006.
4. Проектирование смесительных производств [Текст] : учеб.-метод. пособие / Зуев Борис Михайлович [и др.] ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011

### Учебная литература дополнительная

1. Коган В.В. Теоретические основы процессов химической технологии.- М.: Химия, 1977.
2. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных материалов.- М.: Стройиздат, 1983.
3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие.- М.: Высшая школа, 1982.

### Методические указания, пособия, программы

1. 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.
2. 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.
3. Шмитько Е.И. Процессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий. Расчет аппаратов: Учебное пособие/Е.И. Шмитько -Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2006.

### **10.3. Иные библиотечно-информационные ресурсы и средства обеспечения образовательного процесса, программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

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

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Лабораторный вибростенд, ЭВМ.
- Электросеточная модель прямой аналогии БУСЭ – 70.
- Лабораторный стенд по моделированию процесса перемешивания.
- Лабораторная установка кипящего слоя.

### **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Аудиторные поточные и групповые занятия в специализированных классах, в компьютерном классе.

Применение рейтинговой системы оценки знаний:

- путем проведения письменных и устных тестов на лабораторных занятиях;
- по результатам самостоятельной работы.

Проведение контроля готовности студентов к выполнению лабораторных работ, рубежного и промежуточного контроля, уровня усвоения знаний по разделам дисциплины рекомендуется проводить в компьютерном классе с использованием сертифицированных тестов.

Итоговый контроль (зачет, экзамен) осуществляется после оформления персонального журнала лабораторных работ и защите каждого раздела курса.

