


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Скляров К.А.
«31» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Моделирование и управление технологическими процессами»

**Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ**

**Профиль Перспективные технологии и экспертиза качества строительных
материалов**

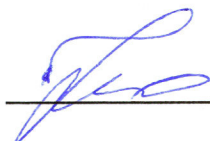
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2019

Автор программы



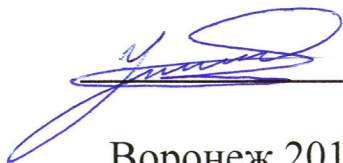
/ Коротких Д.Н. /

Заведующий кафедрой
Технологии строительных
материалов, изделий и
конструкций



/ Власов В.В. /

Руководитель ОПОП



/ Усачев С.М. /

Воронеж 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины формирование у обучающихся теоретических и практических подходов к моделированию и оптимизации физических, химических и технологических процессов физических, химических и технологических процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- рассмотреть общие принципы моделирования, оптимизации и управления в контексте конкретных задач технологии материалов и изделий.
- рассмотреть структуру технологического процесса как объекта исследования и управления;
- дать оценку параметрам технологического процесса, их взаимной связи и обусловленности;
- рассмотреть количественные модели для элементарных процессов, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Моделирование и управление технологическими процессами» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Моделирование и управление технологическими процессами» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - готовностью использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов

ПК-7 - способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

ПК-9 - готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов
	уметь использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов
	владеть методами стандартизации и сертификации материалов и процессов

ПК-7	знать методы моделирования физических, химических и технологических процессов
	уметь выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов для нужд конкретного производства
	владеть количественными моделями для элементарных процессов, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов
ПК-9	знать общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них
	уметь количественно описывать элементарные процессы, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов
	владеть навыками разработки технологической документации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование и управление технологическими процессами» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	108	54	54
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Самостоятельная работа	117	54	63
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	63	36	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	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	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Задачи дисциплины в плане подготовки современного инженера	Главная задача – идентификация модели управления технологическим процессом	2	-	8	10
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	8	-	30	36
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 Оптимизация технологических процессов. Задачи оптимизации, критерии оптимизации, методы оптимизации.	12	18	34	62
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	12	4	20	34

		Гидродинамика, основные характеристики движения жидкостей. Распределение скоростей по сечению трубопровода при ламинарном-режиме истечения, при турбулентном режиме. Основные уравнения гидродинамики				
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 псевдооживения, 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	12	6	10	24
6	Управление тепловыми процессами	Тепловые процессы в строительных технологиях. Основные уравнения теплопереноса. Тепловое подобие. Инженерные задачи теплопереноса	10	4	8	18
7	Управление массопереносными процессами	Вид массопереносных процессов в строительных технологиях. Уравнения массопереноса. Массообменные подобия. Использование критериев подобия в инженерных задачах	4	2	16	24
8	Процессы совмещенного	Общие представления о процессах совмещенного тепло- и	12	-	16	22

	тепло- и массопереноса	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				
Итого			72	36	117	225

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

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

Примерная тематика курсового проекта: «Управление технологическими процессами производства известково-шлакового вяжущего»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- курсовой проект имеет целью закрепление материала курса и получение практических навыков моделирования и 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.

Курсовой проект включает 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-3	знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами стандартизации и сертификации материалов и процессов	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	Знать методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов для нужд конкретного производства	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть количественными моделями для элементарных процессов, отражающих механическую, гидромеханическую,	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	тепловую и массообменную сущность технологических процессов			
ПК-9	Знать общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь количественно описывать элементарные процессы, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки технологической документации	Изучение лекционного материала Выполнение КР Подготовка и отчет по практическим работам	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 семестре для очной формы обучения по четырех балльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать методы моделирования при	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов		получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
	владеть методами стандартизации и сертификации материалов и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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-7	знать методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов для нужд конкретного производства	Решение стандартных практических задач	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 количественными моделями для элементарных процессов, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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-9	знать общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

уметь количественно описывать элементарные процессы, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов	Решение стандартных практических задач	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 навыками разработки технологической документации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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. <i>Те параметры, влияние которых на технологический процесс известно, но они являются неизменяемыми, называют:</i>	1.случайными; 2.регулируемыми; 3.нерегулируемыми.
2. <i>Оптимизацию параметров технологического процесса по аналитическому и символьному описанию называют:</i>	1.физическим моделированием; 2.математическим моделированием; 3.геометрическим моделированием.
3. <i>Если в технологическом процессе выявлена функциональная зависимость вида $y=f(x)$, то можно ее</i>	1.структурной моделью; 2.математической моделью; 3.физической моделью.

<i>считать:</i>	
4. <i>Если в технологическом процессе выявлена функциональная зависимость вида $y=f(x)$ и получен с ее помощью результат для определенных параметров процесса, практический результат относительно полученного решения будет:</i>	1.точно таким; 2.большим; 3.меньшим; 4. статистически оцениваемой областью значений.
5. <i>Свойство жидкости, оказывать сопротивление усилиям, вызывающих относительно перемещение условных ее слоев называют:</i>	1.плотностью; 2.вязкостью; 3.давлением; 4.поверхностным натяжением.
6. <i>Количество водяного пара, содержащегося во влажном воздухе, и приходящегося на 1 кг абсолютно сухого воздуха, называется:</i>	1.относительной влажностью; 2.абсолютной влажностью; 3.влажностью; 4.энтальпией.
7. <i>Все критерии подобия являются:</i>	1.большими числами; 2.малыми числами; 3. безразмерными величинами.
8. <i>Скорость жидкости в трубе при ламинарном режиме течения</i>	1.наибольшая по оси трубы; 2.наибольшая у стенок трубы; 3.одинакова по всему сечению трубы.
9. <i>Работу, требуемую для образования новой межфазной поверхности, называют:</i>	1.смачиваемостью; 2.поверхностным натяжением; 3.адсорбцией.

10. Жидкости, в которых помимо вязкости проявляется свойство пластичности, называют:	1.вязкой; 2.вязкоупругой; 3.вязкопластичной
--	---

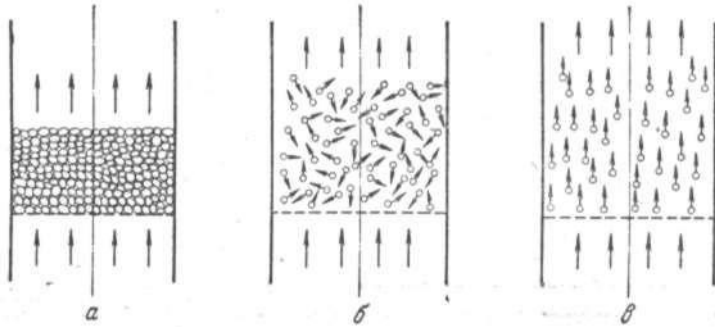
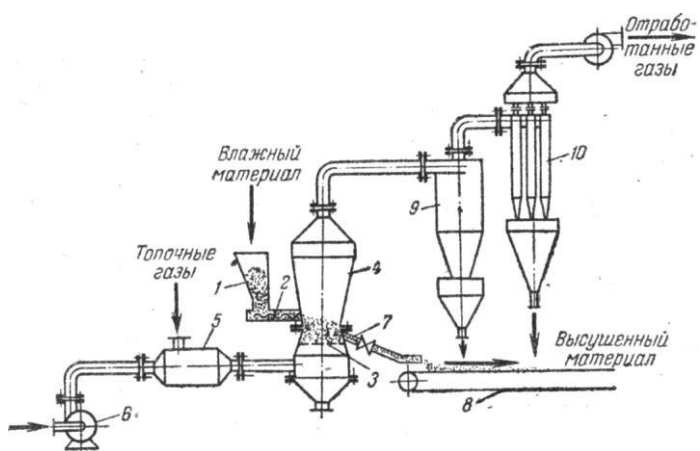
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1 Величину ($\frac{p}{\rho g}$) в уравнении Бернулли называют:	1.пьезометрически напором; 2.скоростным напором; 3.нивелирной высотой; 4.полным гидродинамическим напором.
2 Величину ($\frac{w^2}{2g}$) в уравнении Бернулли называют:	1.пьезометрически напором; 2.скоростным напором; 3.нивелирной высотой; 4.полным гидродинамическим напором.
3 Критерий подобия, который отражает влияние сил тяжести на движение жидкости, обозначают:	1.Re 2.Fr 3. Eu 4. Но
4 Движение, при котором все частицы жидкости движутся по параллельным траекториям, называют:	1.турбулентным; 2.ламинарным; 3.интенсивным.
5 Если сопротивление в трубе представить	1.геометрический параметр;

<p>зависимостью: $P_{mp} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2}$, то $\frac{l}{d}$</p> <p>это:</p>	<p>2.скоростной напор;</p> <p>3.коэффициент гидравлического сопротивления.</p>
<p>6 Величина местных сопротивлений в трубопроводе описывается зависимостью:</p> $P_{m.c.} = \sum_{i=1}^n \zeta_i \cdot \frac{\rho w^2}{2}, \text{ то } n - \text{ это:}$	<p>1.необходимое число расчетов;</p> <p>2.количество элементов в трубе, создающих местные сопротивления;</p> <p>3.набор значений скоростей, при которых следует производить вычисления.</p>
<p>7 Напряжение, при достижении которого, находящаяся под нагрузкой бетонная смесь, начинает течение называется...</p>	<p>1.коэффициентом вязкости;</p> <p>2.модулем упругости;</p> <p>3.предельным напряжением сдвига.</p>
<p>8 Причиной перехода бетонной смеси при виброуплотнении в псевдооживленное состояние является...</p>	<p>1. давление вышележащего слоя;</p> <p>2. силы электростатического отталкивания;</p> <p>3.межчастичные сдвиговые деформации;</p> <p>4. проникновение воды в межчастичные поры.</p>
<p>9 Если процесс виброуплотнения бетонной смеси описывать дифференциальным</p>	<p>1. вынуждающей силы;</p> <p>2. силы сопротивления;</p>

<p>уравнением</p> $m_1 \ddot{x} = (m - m_0)g - F_c + (m - m_0)A\omega^2 \sin \omega t, \text{ то}$ <p>$(m - m_0)A\omega^2 \sin \omega t$ является отражением...</p>	<p>3.силы тяжести;</p> <p>4. силы выталкивания.</p>
<p>10 На первой стадии сушильного процесса происходит удаление воды...</p>	<p>1.химически связанной;</p> <p>2.хемосорбционной;</p> <p>3.адсорбционной;</p> <p>4.микрокапиллярной;</p> <p>5.макрокапиллярной.</p>

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

<p>1 На рисунке представлены три варианта взаимодействия газового потока со слоем порошкового материала</p>  <p>Вариант а соответствует состоянию...</p>	<p>1.фильтрации газа через слой;</p> <p>2. псевдооживлению материала;</p> <p>3.пневмотранспорта.</p>
<p>2 На рисунке изображена сушилка</p> 	<p>1.кипящего слоя;</p> <p>2.барабанная;</p> <p>3.распылительная</p>

<p>3 Величину $(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{w^2}{2g})$ в уравнении Бернулли называют:</p>	<p>1.пьезометрически напором; 2.скоростным напором; 3.нивелирной высотой; 4.полным гидродинамическим напором.</p>
<p>4 Критерий подобия, который отражает влияние перепада гидростатического давления на движение жидкости, обозначают:</p>	<p>1.Re 2.Fr 3. Eu 4. Но</p>
<p>5 Труба Вентури предназначена для измерения:</p>	<p>1.плотности жидкости; 2.температуры жидкости; 3.вязкости жидкости; 4.расхода и скорости жидкости.</p>
<p>6 Если сопротивление в трубе представить зависимостью: $R_{mp} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2}$, то λ это:</p>	<p>1.геометрический параметр; 2.скоростной напор; 3.коэффициент гидравлического сопротивления.</p>
<p>7 Величина местных сопротивлений в трубопроводе описывается зависимостью:</p>	<p>1.необходимое число</p>

$P_{м.с.} = \sum_{i=1}^n \zeta_i \cdot \frac{\rho w^2}{2}, \text{ то } n \text{ это:}$	<p>расчетов;</p> <p>2. количество элементов в трубе, создающих местные сопротивления;</p> <p>3. набор значений скоростей, при которых следует производить вычисления.</p>
<p>8 <i>Жидкости, в которых помимо вязкости проявляется свойство пластичности, называют:</i></p>	<p>1. идеальной;</p> <p>2. ньютоновской;</p> <p>3. неньютоновской;</p> <p>4. реальной.</p>
<p>9 <i>Численное значение предельного напряжения сдвига бетонной смеси характеризует...</i></p>	<p>1. вязкость;</p> <p>2. пластичность;</p> <p>3. упругость.</p>
<p>10 <i>Компрессорные машины, предназначенные для перемещения больших количеств воздуха или газов при их малом сжатии, называют...</i></p>	<p>1. вентиляторами;</p> <p>2. газодувками;</p> <p>3. компрессорами;</p> <p>4. вакуум-насосами.</p>

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

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.
49. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
50. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
51. Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей с применением уравнения Бернулли.
52. Измерение скорости течения жидкости в трубопроводе с помощью пневмометрических трубок и дифференциального манометра.
53. Измерение скоростей и расходов жидкостей с помощью дроссельных приборов.
54. Расчет скорости истечения жидкости из резервуара через донные отверстия.
55. Расчет гидравлических сопротивлений в трубах и каналах при ламинарном течении жидкости.
56. Расчет гидравлических сопротивлений в трубах и каналах при турбулентном течении жидкости.
57. Расчет потери напора на преодоление местных сопротивлений. Определение полных потерь.
58. Общие закономерности процессов движения тел в жидкостях.
59. Осаждение твердых частиц в жидкой или газовой среде. Скорость осаждения.
60. Основные три типа смешанных задач гидродинамики: общая характеристика.
61. Движение жидкости через зернистые и пористые слои.
62. Гидродинамика псевдооживленного слоя.
63. Пневно-и гидротранспорт частиц зернистого материала: необходимые условия, расчетные формулы.
64. Особенности работы пневмотранспорта (практические вопросы).
65. Особенности работы гидротранспорта (практические вопросы).
66. Разделение двухфазных систем под действием гравитационных сил. Гидроотстойники и пылеосадительные камеры.

67. Разделение двухфазных систем под действием центробежных сил. Пневмоциклоны и гидроциклоны.
68. Общие сведения о насосах, насосы общего пользования.
69. Насосы для подачи бетонных и растворных смесей.
70. Основные расчетные характеристики насосов.
71. Общие сведения о компрессорах и вентиляторах.
72. Устройство и основные характеристики вентиляторов.
73. Применение вентиляторов в технологических процессах.
74. Основные расчетные характеристики вентиляторов.
75. Реология высококонцентрированных паст типа глиняной массы, цементного теста, бетона.
76. Особенности течения по трубам вязкопластичных жидкостей типа цементного и глиняного теста, строительного раствора.
77. Расчет скорости течения в трубе вязкопластичной жидкости.
78. Насосы для транспортирования по трубам бетонных и растворных смесей.
79. Значение, виды и характеристики процессов перемешивания.
80. Общие характеристики процессов гидромеханического перемешивания, типы мешалок и течений.
81. Общие принципы моделирования процесса гидромеханического перемешивания. Условия геометрического подобия.
82. Приближенное моделирование процесса перемешивания.
83. Сущность и значение процессов уплотнения бетонной смеси при формировании изделий.
84. Сущность процессов вибрационного уплотнения бетонных смесей. Механизм процесса.
85. Способы реализации вибраций в технологии бетонных и железобетонных изделий.
86. Общие предпосылки построения математической модели процесса уплотнения бетонной смеси.
87. Основные понятия и уравнения гармонических колебаний материальной точки, используемые при количественном представлении процесса виброуплотнения бетонной смеси.
88. Модель упруго-вязкой системы как прототип модели виброуплотнения бетонной смеси.
89. Приближенное моделирование процесса виброуплотнения бетонной смеси: дифференциальное уравнение колебательного процесса применительно к бетонной смеси.
90. Контроль и управление процессом виброуплотнения бетонной смеси.
91. Теплоперенос. Основные термины и понятия. Движущая сила процесса.
92. Основное уравнение теплопередачи.
93. Температурное поле и температурный градиент в строительных изделиях и конструкциях.
94. Передача теплоты теплопроводности в неподвижной сплошной среде.
95. Дифференциальное уравнение теплопереноса в неподвижной среде, в том числе в объеме строительного изделия: уравнение Фурье.
96. Некоторые частные случаи решения дифференциального уравнения теплопереноса - уравнение Фурье применительно к строительным изделиям.
97. Уравнения, описывающие распределение температуры в

конвективно движущемся носителе – уравнение Фурье-Киргхгофа.

98. Перенос теплоты на границе между конвективно движущимся теплоносителем и поверхностью строительного изделия. Пограничный слой.

99. Уравнение поверхностной теплоотдачи – уравнение Ньютона.

100. Критерии теплового подобия и критериальные уравнения теплопереноса.

101. Основные виды и общие характеристики массопереноса.

102. Закон переноса вещества диффузией. Сущность коэффициента диффузии.

103. Дифференциальное уравнение массопереноса в неподвижной среде.

104. Уравнение переноса вещества в конвективно движущейся среде.

105. Перенос вещества на границе раздела сред. Уравнение поверхностной массоотдачи.

106. Критерии массообменного подобия, критериальные уравнения.

107. Уравнение совместного тепло-и массопереноса в капиллярно-пористых телах.

108. Процессы сушки строительных материалов и изделий: сущность, назначение и виды сушки.

109. Три влажностные состояния материала.

110. Структура строительного материала и его влажностное состояние.

111. Тепло-и массоперенос в процессе сушки. Распределение влаги в объеме высушиваемой частицы материала в зависимости от режима сушки.

112. Кинетика высушивания капиллярно-пористых материалов. Периоды сушки.

113. Кинетика высушивания капиллярно-пористых материалов. Скорость и продолжительность сушки.

114. Внешний тепло-и массоперенос в процессе сушки строительных материалов и изделий.

115. Механизм внутреннего массопереноса в процессе сушки строительных материалов и изделий.

116. Туннельная сушилка для штучных материалов. Схемы, потоки, параметры, режим работы, оценки эффективности.

117. Барабанная сушилка для сыпучих материалов. Схемы, потоки, параметры, режимы работы, оценки эффективности.

118. Башенная распылительная сушилка. Схемы, потоки, режимы работы, оценки эффективности.

119. Сушка в псевдооживленном слое. Схемы, потоки, режимы работы, оценки эффективности.

120. Расчетные параметры сушильного агента. Использование в расчетах I-x диаграмм.

121. Расчетные параметры высушиваемого материала.

122. Количество сушильного агента, необходимое для сушки.

123. Тепловой баланс процесса конвективной сушки. Определение расхода топлива на процесс сушки.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен включает три 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 практическим занятиям.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Задачи дисциплины в плане подготовки современного инженера	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Технологический процесс как объект исследования и моделирования	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Моделирование технологических процессов	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Гидромеханические процессы: основные уравнения статики и динамики	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Гидродинамика: инженерные задачи	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Управление тепловыми процессами	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Управление массопереносными процессами	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита

			практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Процессы совмещенного тепло- и массопереноса	ПК-3, ПК-7, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита практических работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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. Касаткин А.Г. Учебник для вузов. - 14-е изд., стер. - М.: Альянс, 2008 -750 с.
2. Шмитько Е.И. Учеб. пособие. - СПб. : Проспект науки, 2010 -735 с.
3. Учеб. пособие для вузов: допущено МО РФ / Мурашкина, Татьяна Ивановна [и др.]. - М. : Высш. шк., 2007 (Иваново : ОАО «Ивановская обл. тип», 2006). - 150 с.
4. Учебн. для вузов / Советов В.Я., Яковлев С.А.- 3-е изд. перераб и

доп.- М.:Высшая школа, 2007. - 342 с.

5. Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. - 495 с.

6. Лабораторные работы по курсу «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов и изделий» для студентов специальности ПСК. – Воронеж: ВГАСУ, 2004.- 64 с.

7. Горемыкин, В.А. [Текст]: учеб. пособ. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Филинь, 2003. – 517 с.

8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая шк.,2001 – 287 с.

9. Веников В.А., Веников Г.В. М.: Высш. шк., 1984 – 314 с.

10. Бусленко Н.П.: монография. - 2-е изд. перабот. – М.: Наука,1978 – 222 с.

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:

Использование ГОСТов, стандартов, технологических схем, справочных, информационных материалов в электронном виде.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

- Учебная лаборатория ауд. 6146
- Мультимедиа
- Компьютерное обеспечение

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

По дисциплине «Моделирование и управление технологическими процессами» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

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 моделирования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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 экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
3	<p>Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. LibreOffice 2. Образовательный портал ВГТУ http://www.edu.ru/ 3. БД ЭБС «ЛАНЬ» 4. ЭБС IPRbooks 5. «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU» 6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». 	31.08.2020	 Усачев С.М.
4	<p>Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. LibreOffice 2. Образовательный портал ВГТУ http://www.edu.ru/ 3. БД ЭБС «ЛАНЬ» 4. ЭБС IPRbooks 5. «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU» 6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». 	31.08.2021	 Усачев С.М.