




Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

  
В.А. Голубев  
к.т.н., доцент кафедры СИМ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Моделирование научных исследований в строительном  
материаловедении»**

Научная специальность	2.1.5 Строительные материалы и изделия
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Строительные материалы и изделия
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Строительный инжиниринг и материаловедение (СИМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 4 Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Моделирование научных исследований в строительном материаловедении» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области моделирования научных исследований, направленных на разработку состава, а также оптимизацию структуры и свойств строительных материалов и изделий.

### **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Моделирование научных исследований в строительном материаловедении» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- методы и средства моделирования, планирования и организации научных исследований и разработок в области строительных материалов и изделий;
- методы моделирования научно-исследовательских работ, квалитетрического анализа и управления качеством продукции при производстве строительных материалов и изделий.

### **Уметь:**

- оформлять результаты моделирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме исследования;
- применять актуальную нормативную документацию в области моделирования научных исследований, методы математического моделирования и квалитетрического анализа структуры и свойств строительных материалов в зависимости от их состава.

### **Владеть:**

- навыками осуществления разработки моделей, планов и методических программ проведения исследований и разработок;
- навыками подготовки и представления руководству отчета о проведенных мероприятиях по моделированию научных исследований, направленных на повышение показателей качества строительных материалов и изделий, а также разработку новых композиционных материалов.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### Раздел 1. Основы организации теоретических и экспериментальных исследований (ПЗ – 6, СР – 25)

###### Тема 1. Введение.

Цели и задачи моделирования процессов. Поиск литературных источников. Формулировка цели и задач исследования, объект и предмет моделирования в научном исследовании.

###### Тема 2. Организация экспериментальных исследований.

Типы экспериментальных работ. Роль моделирования в научном исследовании. Моделирование. Системный и функциональный подходы. Классификация моделей и методов моделирования. Моделирование и разработка структурно-методологической схемы проведения научно-исследовательской работы. Концепция дизайна исследования для проведения сегментированного эксперимента.

###### Тема 3. Математическое моделирование в научных исследованиях

Требования к математическим моделям исследуемого процесса. Планирование и постановка эксперимента. Основные характеристики случайных величин. Выбор факторов и интервалов их варьирования. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Обработка результатов и построение математической модели исследуемого процесса

##### Раздел 2. Практическая реализация моделирования научных исследований.

(ПЗ – 10, СР – 26)

###### Тема 4. Элементы теории подобия

Понятие подобия. Подобие физических процессов (объектов). Виды подобия. Теория размерности. Критерии подобия. Определение критериев подобия. Масштабные уравнения. Дополнительные положения о подобии. Классификация видов подобия и моделирования.

###### Тема 5. Методы моделирования научных исследований

Методы идентификации. Аналоговое моделирование. Цифровое моделирование. Гибридное моделирование. Системы MATLAB и STATISTICA. Имитационное моделирование.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1, 2	Моделирование и разработка структурно-методологической схемы проведения научно-исследовательской работы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	3, 4	Планирование и реализация полного факторного эксперимента по определению оптимального расхода компонентов строительного материала (на примере объекта исследования)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	5	Моделирование технологического процесса производства строительного материала (на примере объекта исследования)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Цели и задачи моделирования процессов. Поиск литературных источников.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Типы экспериментальных работ. Роль моделирования в научном исследовании. Моделирование. Системный и функциональный подходы. Классификация моделей и методов моделирования.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Требования к математическим моделям исследуемого процесса. Основные характеристики случайных величин. Дробный факторный эксперимент.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Понятие подобия. Подобие физических процессов (объектов). Виды подобия.	Творческое задание	Темы творческих заданий

		Теория размерности. Критерии подобия. Определение критериев подобия. Масштабные уравнения. Дополнительные положения о подобии.		
5	5	Методы идентификации. Аналоговое моделирование. Цифровое моделирование. Гибридное моделирование. Система MATLAB	Творческое задание	Темы творческих заданий

### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Моделирование научных исследований в строительном материаловедении» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

#### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Андриевская Н. В. Моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Андриевская, С. В. Бочкарёв. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
2	Дьячко А. Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем / А. Г. Дьячко. - Москва: Изд-во МИСиС, 2007.	7
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Баталин Б.С. Методы испытаний, исследований и контроля строительных материалов : Конспект лекций / Б.С.Баталин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004.	11
2	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О.Б., Столбов В. Ю., Трусов П. В., Фрик П.Г. М : Логос, 2007. 439 с.	35
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Строительные материалы : научно-технический и производственный журнал / Стройматериалы. - Москва:	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	Стройматериалы, 1955 - .	
2	Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века : информационный научно-технический журнал / Композит. - Москва: Композит, 1998 - .	
3	Наноиндустрия : научно-технический журнал / Техносфера. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт /</a>
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации-	<a href="http://www.gost.ru/wps/portal/">http://www.gost.ru/wps/portal/</a>

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="https://www.diss.rsl.ru/">https://www.diss.rsl.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5

1	Рабочее место аспиранта (письменный стол, стул, персональный компьютер, МФУ для сканирования и печати, IP-телефон)	1	Собственность	Ауд. 113 (СФ), НИЛ СМСТ, лабораторный корпус СФ
2	Комплект для просмотра учебных фильмов и демонстрационных материалов: Персональный компьютер Packard bell	1	Собственность	Ауд. 18, лабораторный корпус СФ
3	Комплекс испытательного оборудования научно-испытательной лаборатории «Строительные материалы и специальные технологии»	1	Оперативное управление	НИЛ СМСТ, лабораторный корпус СФ

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов.

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 5.

Таблица 5

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 6.

Таблица 6

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 7.

Таблица 7

### Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.  Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных <b>умений и навыков</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.  При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении



Оценка	Критерии оценивания
	профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

### **9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

### **10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

Перечень контрольных вопросов и заданий для оценки результатов освоения дисциплины «Моделирование научных исследований в строительном материаловедении» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

*Типовые творческие задания:*

1. Постановка задачи математического моделирования технологического процесса производства (на примере объекта исследования).
2. Выбор входных и выходных переменных объекта состояния и управления.
3. Обоснование целевых функций объекта исследования.

*Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:*

1. Понятие подобия. Подобие физических процессов (объектов). Виды подобия.
2. Основные положения теории размерности.
3. Критерии подобия. Определение критериев подобия.

*Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:*

1. Имитационное моделирование (на примере объекта исследования).
2. Технология моделирования сложных систем (на примере объекта исследования).
3. Структурная идентификация (на примере объекта исследования).

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «Строительный инжиниринг и материаловедение».

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> <b>ФГАОУ ВО «Пермский национальный</b> <b>исследовательский политехнический</b> <b>университет» (ПНИПУ)</b>	<b>Программа</b> Строительные материалы и изделия  <b>Кафедра</b> Строительный инжиниринг и материаловедение
<b>Дисциплина «Моделирование научных исследований в строительном материаловедении»</b>	
Билет №1	
1. Критерии подобия. Определение критериев подобия.	
2. Идентификация нелинейных систем (на примере объекта исследования).	
3. Схема объекта исследования в формализованном виде.	
Руководитель аспирантуры _____	Фамилия И.О.
подпись	
Заведующий кафедрой _____	Фамилия И.О.
подпись	
« ____ » _____ 202 ____ г.	

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		