



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

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 1 » « 06 » 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»**

<b>Направление подготовки</b>	08.06.01- Техника и технологии строительства
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры Научная специальность</b>	Строительная механика 05.23.17 – Строительная механика
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Строительные конструкции и вычислительная механика (СКиВМ)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 4</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен: -	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 873 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 08.06.01- Техника и технологии строительства;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.23.17 - Строительная механика, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.23.17 - Строительная механика.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры СКнВМ  
Протокол от «19» мая 2017 г. № 11/17.

Зав. кафедрой д.т.н., профессор  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Разработчик д.т.н., профессор  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель д.т.н., профессор  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК

  
(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области вычислительной механики и компьютерного инжиниринга в строительстве.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность разрабатывать новые математические модели и методы расчета на прочность, устойчивость и колебания зданий, сооружений и их элементов на разные нагрузки и воздействия, в том числе с использованием компьютерных технологий (ПК-1).

**1.2 Задачи учебной дисциплины:**

- **формирование знаний**
  - изучение методов численного моделирования объектов и процессов в строительстве, и программных средств их реализации;
- **формирование умений**
  - построения расчетных моделей строительных объектов для расчета их на ЭВМ;
- **формирование навыков**
  - эффективного решения сложных научно-технических проблем путем математического и компьютерного моделирования.

**1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

- численные методы решения дифференциальных уравнений, и особенности их применения в различных разделах механики;
- САЕ-системы для осуществления инженерных расчетов и PLM-системы, реализующие это в соответствии со всеми стадиями жизненного цикла строительного объекта

**1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.23.17 - Строительная механика, и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- основные методы численного моделирования объектов и процессов в строительстве и программные средства их реализации;

### **Уметь:**

- создавать расчетные модели строительных объектов для расчета их на ЭВМ;

### **Владеть:**

- навыками эффективного решения сложных научно-технических проблем строительной отрасли путем математического и компьютерного моделирования.

## 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

<b>Код</b> ОПК-2	<b>Формулировка компетенции</b> владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
---------------------	--

<b>Код</b> ОПК-2 Б1.ДВ.02.4	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> владение приемами проектно-конструкторского, расчётно-аналитического характера с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
-----------------------------------	--

### Требования к компонентному составу части компетенции

<b>Перечень компонентов (планируемых результатов обучения)</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>Знать:</b> типы сооружений, их конструктивные и объемно-планировочные решения, нормы проектирования	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> создавать расчетные модели здания, исходя из функциональных и технико-экономических требований.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> методами расчета прочности, надежности и безопасности строительных объектов с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

## 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код</b> ПК-1	<b>Формулировка компетенции</b> способность разрабатывать новые математические модели и методы расчета на прочность, устойчивость и колебания зданий, сооружений и их элементов на разные нагрузки и воздействия, в том числе с использованием компьютерных технологий
--------------------	---

<b>Код</b> ПК-1 Б1.ДВ.02.4	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> владение методами создания подробных компьютерных моделей сложных строительных, проводя глубокий их анализ с учетом реальных условий эксплуатации
----------------------------------	---

### Требования к компонентному составу части компетенции

<b>Перечень компонентов (планируемых результатов обучения)</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>Знать:</b> принципы компьютерного моделирования процессов жизненного цикла объектов строительства.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> создавать и развивать эффективные методы расчета прочных и надежных конструкций.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

<b>Владеть:</b> методами проведения вычислительных экспериментов в системах компьютерного инжиниринга..	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
--	---	---

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

#### Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	16
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	54
	Промежуточная аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

#### Тематический план по модулям учебной дисциплины (4 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	-	2	0,5		12	
	2	1	-	4	0,5		12	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		<b>24</b>	<b>24,5/0,86</b>
2	3	6	-	6	0,5		14	
	4	4	-	4	0,5		16	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>30</b>	<b>30/1,14</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>								
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>2</b>		<b>54</b>	<b>72/2</b>

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

##### 4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

##### Раздел 1. Численные методы решения краевых задач

(Л – нет, СР – 24)

*Тема 1. Основы численного анализа в механике сплошных сред. Ключевые слова по разделу:* проекционные методы, типы уравнений в частных производных, методы численного решения уравнений в частных производных, вариационные задачи о

минимальности или стационарности функционалов, методы поиска экстремальных точек функционалов, основные классические разностные схемы и приемы их исследования.

**Тема 2. Вычислительная механика в задачах статике, динамики сооружений, гидрогазодинамики, нелинейной механики.** Ключевые слова по разделу: метод конечных элементов, сходимости, генерация и использование сеток, устойчивость, точность решений МКЭ, метод конечных объемов.

## **Раздел 2. Компьютерный инжиниринг как инструмент инженерной деятельности** (Л – нет, СР – 30)

**Тема 3. Компьютерное моделирование объектов строительства с учетом процесса возведения.** Ключевые слова по разделу: компьютерное моделирование высотных зданий, подземных конструкций, большепролетных конструкций.

**Тема 4. Компьютерное моделирование эксплуатационного этапа жизненного цикла строительного объекта.** Ключевые слова по разделу: компьютерные модели зданий и сооружений для исследования несущей способности, процессов приспособляемости строительных конструкций, усиления, реконструкции, влияния проектируемых зданий на существующие объекты, на прогрессирующее обрушение.

### **4.3. Перечень тем лабораторных работ**

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

### **4.4. Перечень тем практических занятий**

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1, 2	Методы численного решения уравнений в частных производных, МКЭ.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	3	Особенности компьютерного моделирования объектов строительства с учетом процесса возведения.	Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	4	Компьютерное моделирование эксплуатационного этапа жизненного цикла строительных объектов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

### **4.5. Перечень тем семинарских занятий**

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

### **4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов**

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

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
2	1, 2	Основные положения МКЭ; расчетные конечно-элементные модели системы «здание-фундамент-основание»	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Компьютерное моделирование и расчет уникальных строительных объектов (высотного, большепролетного)	Творческое задание	Темы творческих заданий
	4	Компьютерное моделирование и расчет сооружения на прогрессирующее обрушение	Творческое задание	Темы творческих заданий

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

При изучении дисциплины «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» 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;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

### 6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

### 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ВДВ.02.4 «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	<b>БЛОК 1</b> <i>(цикл дисциплины/блок)</i>								
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору аспиранта</td> </tr> </table>		базовая часть цикла		обязательная	x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта
	базовая часть цикла		обязательная						
x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта						
<b>08.06.01 /</b> <b>05.23.17</b> <i>код направления / шифр научной специальности</i>	<b>Техника и технологии строительства /</b> <b>Строительная механика</b> <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>								
2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы):    4 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">Количество аспирантов:    <u>2</u></div>								

Строительный Факультет  
 Кафедра Строительных конструкций и вычислительной механики  
 тел. 8(342)2198361

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Трушин С. И. Строительная механика: метод конечных элементов : учебное пособие / С. И. Трушин. - Москва: ИНФРА-М, 2016.	4
2	Рылько М. А. Компьютерные методы проектирования зданий : учебное пособие для бакалавров и магистров / М. А. Рылько. - Москва: Изд-во АСВ, 2012.	6
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
3	Баженов В. А. Строительная механика. Компьютерные технологии и моделирование : учебник для вузов / В. А. Баженов, А. В. Перельмутер, О. В. Шишов. - Москва: СКАД СОФТ, Изд-во АСВ, 2014.	4
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Журнал «Промышленное и гражданское строительство»	
2	Вестник ПНИПУ. «Строительство и архитектура»	

№	<p align="center"><b>Библиографическое описание</b> (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</p>	<p align="center">Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий</p>
1	2	3
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Свод правил СП 16.13330. 2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция к СНиП-II-23-81*. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2011 г. - 172 с.	Консультант Плюс
2	СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81* / Минрегион России. – М.: ГУП ЦПП, 2012. – 78 с.	Консультант-плюс
3	СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минрегион России, 2011. – 81 с.	Консультант Плюс
	СП 28.13330.2011. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85/ Минрегион России. – М.: ГУП ЦПП, 2012. – 93 с.	Консультант Плюс
	СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 / Минрегион России. – М.: ГУП ЦПП, 2012. – 155 с.	Консультант Плюс
	СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М.: Минрегион России, 2011. – 88 с.	Консультант Плюс
	ГОСТ Р 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – М.: Стандартиформ, 2014. – 23с.	Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Конституция Российской Федерации	Консультант Плюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	Консультант Плюс
3	Федеральный закон РФ 190-ФЗ «Градостроительный кодекс»	Консультант Плюс

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

#### **8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>**

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

#### **8.3.1.1. Информационные справочные системы**

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

#### **8.3.2. Открытые интернет-ресурсы**

1. Сайт ВАК РФ - <http://vak.ed.gov.ru/>

#### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Программный комплекс «ЛИРА-САПР»	№4424	Статические и конструктивные расчеты строительных конструкций
2	Практическое	Программный комплекс «SCAD Office»	Лицензия 12832, Лиц.дог. №25 от 15.01.2009	Прочностной расчет и проектирование строительных конструкций
3	Практическое	Программный комплекс «Micro FE»	Лицензия №8613, Лиц.дог. №18-3-1/10 от 18.03.2010	Расчет пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания

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

#### 9.1. Специализированные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра СКИВМ	301, к.4	72	16
2	Компьютерный класс	Кафедра СКИВМ	305, к.4	36	14
3	Компьютерный класс	Кафедра СКИВМ	306, к.4	36	10

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры в комплекте intel Core i3-2100	16	Оперативное управление	301, к.4
2	Компьютеры в комплекте intel Core i3-4130	14	Оперативное управление	305, к.4
3	Компьютеры в комплекте intel Core i3	10	Оперативное управление	306, к.4

**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		

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 06 » 2017г.

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине  
«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Направление подготовки	08.06.01- Техника и технологии строительства
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Строительная механика
Научная специальность	05.23.17 - Строительная механика
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Строительные конструкции и вычислительная механика (СКиВМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 873 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 08.06.01- Техника и технологии строительства.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.23.17 - Строительная механика, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры СКИВМ  
Протокол от «29» мая 2017 г. № 11/17.

Зав. кафедрой д.т.н., профессор  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Разработчик д.т.н., профессор  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель д.т.н., профессор  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации

  
(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

### 1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

**ОПК-2.** владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

**ПК-1.** способность разрабатывать новые рациональные типы несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, проводить расчеты и экспериментальные исследования, диагностику технического состояния, усиления и восстановления конструкций и элементов зданий и сооружений.

### 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторные лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине  
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	4 семестр	
	Текущий	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>		
<b>З.1</b> знать основные методы численного моделирования объектов и процессов в строительстве и программные средства их реализации;	С	ТВ
<b>З.2</b> знать принципы компьютерного моделирования процессов жизненного цикла объектов строительства	С	ТВ
<b>Освоенные умения</b>		
<b>У.1</b> уметь создавать расчетные модели строительных объектов для расчета их на ЭВМ, исходя из функциональных и технико-экономических требований	ОТЗ	ПЗ
<b>У.2</b> уметь создавать и развивать эффективные методы расчета прочных и надежных конструкций, рациональных и комфортных объемно-планировочных решений зданий и сооружений	ОТЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>		
<b>В.1</b> владеть методами проведения вычислительных экспериментов в системах компьютерного инжиниринга	ОТЗ	ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками эффективного решения сложных научно-технических задач прочности, надежности и безопасности строительных объектов с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	ОТЗ	ПЗ

*С* – собеседование по теме; *ТВ* – теоретический вопрос; *ТЗ* – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; *ОТЗ* – отчет по творческому

заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

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

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

### 2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) 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. 2.

Таблица 2

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. 3.

Таблица 3

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.

## 2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр). Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

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 и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

### 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 применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</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 ответе на теоретический вопрос билета. 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 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

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций  
на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

### 3. 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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

### 4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 4.1 Типовые творческие задания:

1. Разработка технико-экономических обоснований проектов нового строительства зданий и сооружений с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.
2. Разработка технико-экономических обоснований проектов усиления строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений.
3. Разработка технико-экономических обоснований конструктивных решений зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах / (на просадочных грунтах, над горными выработками, в суровых условиях Севера при вечной мерзлоте, в сухом и жарком климате и в отдаленных неосвоенных труднодоступных районах).
4. Оценка конструктивной безопасности строительных объектов.
5. Расчет остаточного силового сопротивления строительных конструкций.

#### 4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Теория проекционных методов.

2. Вариационные задачи о минимальности или стационарности функционалов
3. Методы поиска экстремальных точек функционалов в соответствии с теорией математического программирования.
4. Законы сохранения массы, количества движения (импульса) и энергии.
5. Основные разностные схемы эйлеровой гидрогазодинамики и приемы их исследования.
6. Лагранжевы методы для задач упругопластичности с большими деформациями.
7. Генерация сеток и управление физически и геометрически адаптивными сетками.
8. Метод конечных объемов.
9. Метод конечных элементов.
10. Типы уравнений в частных производных.
11. Методы численного решения краевых задач.
12. Сходимость, устойчивость, точность решений численных методов.
13. Компьютерный инжиниринг как инструмент инженерной деятельности.
14. Анализ рынка программного обеспечения для компьютерного инжиниринга в области строительства.
15. Компьютерный инжиниринг, как совокупности CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-технологий.

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

16. Создание расчетных моделей строительных объектов для расчета их на ЭВМ.
17. Оценка прочности несущих строительных конструкций с применением новейших информационно-коммуникационных технологий.
- 18.
19. Планирование и обработка результатов многофакторного эксперимента..
20. Способы выявления и методы оценки влияния наиболее распространенных дефектов конструкций на их несущую способность и долговечность.
21. Расчет конструкций и композитных материалов с применением ЭВМ.
22. Решения сложных научно-технических задач прочности, надежности и безопасности строительных объектов с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета на кафедре «СКиВМ».



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Направление**  
**08.06.01-** Техника и технологии строительства  
**Программа**  
Строительная механика  
**Кафедра**  
Строительные конструкции и вычислительные  
технологии

**Дисциплина**  
**«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Классификация конструкций по методам возведения; влияние методов возведения зданий на их конструктивные решения (*контроль знаний*)
2. Оценить огнестойкость промышленного здания (*контроль умений*)
3. Выбрать тип и материалы конструкций промышленного здания для хранения готовой продукции, возводимого в условиях вечной мерзлоты (*контроль умений и владений*)

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Кашеварова Г.Г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ 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		