



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



**Рабочая программа дисциплины
«Строительная механика»**

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:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Строительная механика» 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 СКИВМ
Протокол от «19» мая 2017 г. № 1117.

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 о методах расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания при силовых, температурных и других воздействиях.

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

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);
- способность разрабатывать новые физико-математические модели и методы расчета на прочность, устойчивость и колебания зданий, сооружений и их элементов, в том числе с использованием компьютерных технологий, при силовых, температурных и других воздействиях. (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**
 - изучение основных принципов и методов расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания;
- **формирование умений**
 - построения расчетных схем строительных конструкций и их элементов при расчетах на разные нагрузки и воздействия;
- **формирование навыков**
 - проведения физических и вычислительных экспериментов строительных конструкций и их элементов.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы расчета элементов строительных объектов на прочность, устойчивость и колебания;
- экспериментальные методы исследования объектов строительства и их элементов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Строительная механика» является обязательной дисциплиной 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 принципы расчета элементов конструкций, зданий и сооружений;
- оценки прочности, надежности и безопасности сооружений и их элементов теоретические основы методов.

Уметь:

- разрабатывать и совершенствовать расчетные модели и методы расчета строительных объектов и их элементов;

Владеть:

- навыками проведения физических и вычислительных экспериментов для оценки несущей способности сооружений и их элементов;

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства
---------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Код ОПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции владение методологией теоретических и экспериментальных исследований несущей способности конструкций, зданий и сооружений
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: типы строительных конструкций, принципы построения их расчетных схем и основные методы расчета.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: создавать расчетные модели при расчете зданий и сооружений	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: методами расчета прочности, надежности и безопасности строительных конструкций, зданий и сооружений	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции 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.
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Код ПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность разрабатывать расчетные модели строительных объектов, и методы их расчета на прочность, устойчивость и колебания при силовых, температурных и других воздействиях, в том числе с использованием компьютерных технологий.
-------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: принципы и методы расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: создавать и развивать эффективные методы расчета прочных и надежных конструкций; разрабатывать физико-математических	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

модели конструкций и сооружений		
Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований строительных конструкций, зданий и сооружений.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	-
	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Промежуточная аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Кандидатский экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа			
		всего	Л	ПЗ					
1	1	1	1	-	0.5		10		
	2	1	1	-			12		
Всего по разделу:		2	2	-	0.5		22	24.5/0,68	
2	3	1	1				10		
	4	1	1				12		
Всего по разделу:		2	2	-			22	24/0,67	
3	5	1	1	-			22		
Всего по разделу:		1	1	-			22	23/0,64	
4	6			2	0.5		8		
	7			1			6		
Всего по разделу:		3	-	3	0.5		14	17,5/0,48	
5	8	2	-	2			8		
	9	1	-	1			8		
Всего по разделу:		3	-	3			16	19/0,53	
Промежуточная аттестация						36		36/1	
Итого:		11	5	6	1	36	96	144/4	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

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

Раздел 1. Строительная механика, теории упругости, пластичности и ползучести (Л – 2, СР – 22)

Тема 1. Методические и экспериментальные основы строительной механики.

Ключевые слова по разделу: механические свойства материалов, упругая и пластическая деформация, упрочнение, хрупкое и вязкое разрушение, усталость материалов, ползучесть и длительная прочность.

Тема 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. *Ключевые слова по разделу:* тензор напряжений, главные напряжения и главные площадки, инварианты тензора напряжений, дифференциальные уравнения равновесия, граничные условия, тензор деформаций, инварианты тензора деформаций, закон Гука для изотропного и анизотропного тела, тензор упругих деформаций и его свойства, полная система уравнений теории упругости.

Раздел 2. Строительная механика стержней и стержневых систем (Л – 2, СР – 22)

Тема 3. Напряжения и перемещения в упругом стержне. *Ключевые слова по разделу:* изгиб прямолинейных стержней, балки на упругом основании, изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля, секториальные характеристики сечения.

Тема 4. Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. *Ключевые слова по разделу:* общие теоремы строительной механики, расчет на температурные воздействия, расчет систем с односторонними связями.

Раздел 3. Строительная механика тонкостенных конструкций (Л – 1, СР – 22)

Тема 5. Классическая теория изгиба пластинок и тонких упругих оболочек. *Ключевые слова по разделу:* основные гипотезы и уравнения, решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки, допущения классической теории тонких упругих оболочек, безмоментная теория оболочек, краевой эффект, вариационные принципы строительной механики.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 4. Динамика и устойчивость конструкций (ПЗ – 3, СР – 14)

Тема 6. Динамика конструкций. *Ключевые слова по разделу:* собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы диссипация энергии, нестационарные режимы в линейных системах, параметрические колебания и автоколебания, уравнения колебаний стержней, пластинок и оболочек, распространение волн и ударные явления в упругих телах, расчет сооружений на сейсмические воздействия.

Тема 7. Методы решения задач устойчивости. *Ключевые слова по разделу:* метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод, предельные точки и точки бифуркации, устойчивость физически и геометрически нелинейных систем, понятие о динамической устойчивости.

Раздел 5. Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций (ПЗ – 3, СР – 16)

Тема 8. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ. *Ключевые слова по разделу:* численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности, численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ, проблемы вычислительной устойчивости.

Тема 9. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений. *Ключевые слова по разделу:* понятие о системах

автоматизированного проектирования, применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.

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	7	Решение задачи устойчивости конструкции.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	9	Компьютерное моделирование и расчет конструкции (здания) на статические и динамические нагрузки.	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.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
2	1	Усталость, ползучесть и длительная прочность материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	6	Расчет строительных конструкций на сейсмические воздействия	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Строительная механика» 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 «Строительная механика» 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.В.01 «Строительная механика» <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	БЛОК 1 <small>(цикл дисциплины/блок)</small>	
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору аспиранта
08.06.01 / 05.23.17 <small>код направления / шифр научной специальности</small>	Техника и технологии строительства / Строительная механика <small>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</small>	

2017

(год утверждения
учебного плана)

Семестр(-ы): 4,5

Количество аспирантов: 2

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

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений : учебное пособие для вузов / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	22 +ЭБС Лань
2	Дарков А. В. Строительная механика : учебник для вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014.	6 +ЭБС Лань
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Шейн А. И. Краткий курс строительной механики : учебник для вузов / А. И. Шейн. - Москва: БАСТЕТ, 2011.	13
2	Старцева Л. В. Строительная механика в примерах и задачах : учебное пособие / Л. В. Старцева, В. Г. Архипов, А. А. Семенов. - Москва: Изд-во АСВ, 2014.	6
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Промышленное и гражданское строительство»	
2	Вестник ПНИПУ. «Строительство и архитектура»	
2.3 Нормативно-технические издания		
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 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минрегион России, 2011. – 81 с.	Консультант Плюс
3	ГОСТ Р 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 23с.	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
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 ресурсы¹

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

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://www.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»	U824987504	Статические и конструктивные расчеты строительных конструкций
2	Практическое	Программный комплекс «SCAD Office»		Прочностный расчет и проектирование строительных конструкций
3	Практическое	Программный комплекс «Micro FE»		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 ²	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

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
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

« 7 » « 06 » 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Строительная механика»**

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:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Строительная механика» 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 05.23.171 - 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 СКнВМ
Протокол от «19» мая 2017г. № 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.В.ОД.1.1 «Строительная механика» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ОПК-1. владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства.

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 аудиторские 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		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 типы строительных конструкций, принципы построения их расчетных схем и основные методы расчета;	С	ТВ		
3.2 принципы и методы расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания.			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 уметь создавать расчетные модели зданий и сооружений при расчете их на ЭВМ	ОТЗ	ПЗ		
У.2 уметь создавать и развивать эффективные методы расчета прочных и надежных конструкций; разрабатывать физико-математических модели конструкций и сооружений			ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками проведения теоретических исследований прочности, надежности и безопасности строительных конструкций, зданий и сооружений	ОТЗ	ПЗ		
В.2 владеть навыками проведения экспериментальных исследований строительных конструкций, зданий и сооружений			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 применение полученных знаний и умений , 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) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. 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, контролируемые 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 знания 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 навыков полученных знаний и умений 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 знания 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 умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена 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».

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»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

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. Постановка и решение краевых задач теории упругости для стержневых систем.
2. Постановка и решение плоской задачи теории упругости.
3. Влияние фактора времени на механические свойства строительных материалов (на примере бетона).
4. Применение экстремальных принципов теории предельного равновесия для определения предельных нагрузок.

5. Постановка и решение плоской задачи теории упругости в полярных координатах.

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

6. Основные положения теории упругости. Полная система уравнений теории упругости.

7. Постановка основных краевых задач теории упругости

8. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния.

9. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.

10. Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения.

11. Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.

12. Механические свойства материалов. Диаграммы растяжения-сжатия.

13. Элементы теории ползучести. Установившаяся и неустойчивая ползучесть. Основы теории линейной вязко упругости.

14. Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения.

15. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем.

16. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.

17. Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения.

18. Полная система уравнений теории оболочек. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова.

19. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем.

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

1. Оценить прочность строительной конструкции при простом и сложном напряженных состояниях.

2. Выполнить расчет балки на упругом основании.

3. Выполнить кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем.

4. Выполнить расчет на изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля.

4.4.. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.23.01 – «Строительная механика» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Динамика конструкций. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы.

2. Вариационные принципы динамики. Учет диссипации энергии.
 3. Устойчивость конструкций. Методы решения задач устойчивости.
 4. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем.
 5. Основы механики разрушений.
 6. Основные понятия теории надежности. Виды отказов и предельных состояний.
 7. Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры. Выбор критериев оптимизации.
 8. Основные численные методы оптимизации
 9. Экспериментальные методы строительной механики. Назначение и основные типы механических испытаний.
 10. Понятие о расчете систем с односторонними связями.
 11. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ.
 12. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.
- 4.5. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:**
1. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем.
 2. Определить частоты и формы собственных колебаний упругой системы.
 3. Выполнить расчет на установившиеся вынужденные колебания стержней, (пластинок и оболочек).
 4. Выполнить расчет на устойчивость стержневых систем.
 5. Выполнить расчет на устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге.
 6. Построить компьютерную модель и выполнить расчет строительной конструкции МКЭ на ЭВМ на статические (динамические) нагрузки.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «СКиВМ».

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



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
«Строительная механика»

БИЛЕТ № 1

1. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем (*контроль знаний*)
2. Определить частоты и формы собственных колебаний упругой системы (*контроль умений*)
3. Построить компьютерную модель и выполнить расчет строительной конструкции МКЭ на ЭВМ на статические нагрузки (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Кашеварова Г.Г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Кашеварова Г.Г.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

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