


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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


Максимова С.В.
д.т.н., профессор кафедры АУР

«14» «июль» 2023г.

**Рабочая программа дисциплины
«Строительные конструкции, здания и сооружения»
по программе аспирантуры**

«Информационные технологии в проектировании зданий»

Научная специальность	2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения
Направленность (профиль) программы аспирантуры Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Информационные технологии в проектировании зданий Архитектура и урбанистика
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: 5 Зачет:	Диф.зачет

Пермь 2023

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Строительные конструкции, здания и сооружения» 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 2.1.

1.1. Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области BIM и NBIM, инструментов и приложений, а также подготовки их к карьере в области цифрового строительства и сохранения наследия с использованием методов мониторинга, оценки качества и диагностики технического состояния строительных конструкций зданий.

Курс уделяет особое внимание информационному моделированию и параметрическому проектированию, которые обеспечивают эффективное взаимодействие между всеми участниками проекта, улучшают его управление, контроль и оптимизацию, а также помогают осуществить мониторинг и реконструкцию зданий и строительных конструкций на значительно новом уровне.

Соответствует направлениям исследований в области разработки и развития методов мониторинга, оценки качества и диагностики технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений в период их строительства, эксплуатации и реконструкции; в области обоснования технических решений по реконструкции, усилению и восстановлению элементов и конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Строительные конструкции, здания и сооружения» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.1.1. – Строительные конструкции, здания и сооружения.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- сквозные цифровые инструменты и технологии, используемые в области комплексного проектирования объектов архитектурно-градостроительной среды.

Уметь:

- создавать совершенные и надежные конструкции, рациональные и комфортные объемно-планировочные решения зданий и сооружений в среде информационного моделирования

Владеть:

- методами и средствами рационального выбора программных продуктов и методов проектирования
- средствами информационного моделирования и алгоритмического проектирования

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. (Л – 3, ПР – 2, СР – 18)

1.1 Введение в ТИМ (ВІМ) и НВІМ

- Эволюция САПР и ТИМ (ВІМ)
- НВІМ и сохранение исторического наследия
- Концепции, принципы и рабочие процессы ВІМ и НВІМ

1.2 Введение в САПР и параметрическое моделирование

- Обзор САПР и параметрического моделирования
- Взаимодействие САД и ВІМ
- Форматы файлов информационной модели и открытые ВІМ-процессы
- Взаимодействие между различным программным обеспечением и платформами
- Программное обеспечение и инструменты ТИМ (ВІМ) (Revit, ArchiCAD, Vectorworks, Renga и др.)
- Интеграция с другими инструментами, связанными с ТИМ (ВІМ)

1.3 Принципы архитектурного проектирования в ВІМ и НВІМ

- Формообразование, параметризация и формирование модели
- Применение алгоритмов для создания проекта

1.4. Правила и стандарты

- Стандарты ВІМ и НВІМ (PAS 1192, ISO 19650 и др.)
- Строительные нормы и соблюдение
- Руководящие принципы параметризации исторических памятников

Раздел 2. Возможности ВІМ и НВІМ (Л – 2, ПР - 2, СР – 18)

2.1. Методологии исследований ВІМ и НВІМ

- Дизайн и методы исследований

- Количественные и качественные методы анализа данных
- Новые тенденции в исследованиях

2. 2. Управление проектами BIM

- Исполнительный план на BIM проектирование и Технические требования заказчика
- Сотрудничество в области BIM
- ТИМ на всех стадиях жизненного цикла здания
- Среда общих данных, совместное проектирование, и принятие решений

2.3. Цифровая трансформация и Индустрия 4.0

- BIM и цифровые двойники
- Интеграция BIM с технологиями Индустрии 4.0 (IoT, робототехника, AI и т.д.)
- Инновационные приложения BIM и NBIM

2.4. Программное обеспечение расчетов строительных конструкций и зданий (Л-0, П-2, СР- 8)

- LIRA-SAPR - моделирование, анализ и проектирование зданий и сооружений.
- SCAD- инструмент для статических и динамических расчетов, а также для проектирования конструкций различного типа.
- Autodesk AutoCAD Structural Detailing - инструмент для детального проектирования арматуры и армирования.
- Revit Structure - интегрированный подход к проектированию, анализу и документированию строительных систем.
- Bentley Systems' STAAD.Pro - моделирование конструкций, структурный анализ и дизайн.
- Армада - для расчета и проектирования армирования бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений.

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.	Взаимодействие между различным программным обеспечением и платформами	Собеседование. Творческое задание.	Отчет в виде выполненного электронного задания
2	2.3.	Параметрическое моделирование, алгоритм формообразования при проектировании	Собеседование. Творческое задание.	Отчет в виде выполненного электронного задания
3	2.4.	Программное обеспечение расчетов строительных конструкций и зданий	Собеседование. Творческое задание.	Отчет в виде выполненного электронного задания

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	2.2.	Управление проектами BIM	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2.3	Цифровая трансформация и Индустрия 4.0	Творческое задание	презентация
3	2.4.	Программное обеспечение расчетов строительных конструкций и зданий	Творческое задание	Отчет в виде выполненного электронного задания

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины 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
1 Основная литература		
1	Милованова Е.П. Информационные технологии в архитектуре. // Информационные технологии в архитектуре. Ч. I, II / Милованова Е.П.-Санкт-Петербург.- СПбГАУ, 2021 Текст : электронный //	ЭБ ПНИПУ
2	Сопроненко Л. П., Григорьева Я. М. Анализ золотого сечения с помощью средств компьютерной графики Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015 Текст : электронный //	ЭБ ПНИПУ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	Шейна, С. Г., Гиря, Л. В., Миненко, Е. Н. Разработка рабочего проекта строительного объекта с использованием технологий информационного моделирования (BIM)/ Ростов-на-Дону : Донской государственной технической университет, 2020. Текст : электронный // https://elib.pstu.ru/Record/RUIPRSMART118092	ЭБ ПНИПУ
4	Бедов А. И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений : учебное пособие : в 2 ч. / А. И. Бедов, В. В. Знаменский, А. И. Габитов. - Москва: Изд-во АСВ, 2014. – 700с.	4
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Молотникова, А. А. Системный анализ. Краткий курс : учебное пособие для вузов / А. А. Молотникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — 212 с. — ISBN 978-5-8114-6410-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159489 (дата обращения: 15.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБ «Лань»
2	Летин А. С. Информационные технологии в ландшафтной 2 архитектуре: учебник для вузов / А. С. Летин, О. С. Летина. Москва: Академия, 2014	ЭБС «Лань»
3	Асанов, В. Л. Управление архитектурно-строительными проектами в современных условиях : монография / В. Л. Асанов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-507-44916-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/249839 (дата обращения: 15.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. https://reader.lanbook.com/book/249839?lms=8c690e806738f4a29ec93d11b4fec62f#155	ЭБС «Лань»
4	Геодезия и фотограмметрия в архитектуре : учебное пособие / Н. С. Рогова, А. В. Лабузнов, С. В. Шендяпина, В. В. Симонян. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 103 с. — ISBN 978-5-7264-2812-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/165205 (дата обращения: 15.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС «Лань»
	Аксенова Е.И. Экспертный обзор развития технологий искусственного интеллекта в России и мире. Выбор приоритетных направлений развития искусственного интеллекта в России / Е. И. Аксенова – Москва: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2019 – 38 с.	Свободный доступ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2.2 Периодические издания		
1	"Architecture and Modern Information Technologies" «Архитектура и современные информационные технологии» http://www.marhi.ru .	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2	Журнал «Промышленное и гражданское строительство»	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"	КонсультантПлюс
2	Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»	КонсультантПлюс
3	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий»	Техэксперт
4	ГОСТ 27.002-89. НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.	Техэксперт
5	СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс
3	Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	КонсультантПлюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

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 гуманит., 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 гуманит., 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.

6. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., comment., 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.

7. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., comment., 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. Сайт ВАК РФ - <http://vak.ed.gov.ru/>

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	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	40	Оперативное управление	310, 314, 312а к. 4

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является экзамен, 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.

• **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.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена 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 и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	Выставляется аспиранту, который полностью усвоил материал и грамотно, уверенно и творчески его изложил, свободно отвечает на дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы, грамотно доказывает собственную точку зрения. Соответствующие знания, умения и владения сформированы полностью.
4	Выставляется аспиранту, который твердо знает материал, грамотно и по существу его излагает, проявляет логичность и доказательность изложения материала. Аспирант не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки. Соответствующие знания, умения и владения сформированы в целом полностью, но содержат отдельные пробелы.
3	Выставляется аспиранту, который поверхностно раскрывает основные теоретические положения, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, выводы недостаточно аргументированы. Аспирант показывает общее, но не структурированное знание, в целом успешное, но не систематическое умение и владение соответствующих компетенций.
2	Выставляется аспиранту, который допускает существенные ошибки, не демонстрирует знание специальной терминологии, не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу. Аспирант показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций.

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 подготовки к кандидатскому экзамену по дисциплине

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по дисциплине «Строительные конструкции зданий и сооружений» разработан с учетом достижений научно-исследовательской школы кафедры. Вопросы и задания, включенные в программу кандидатского экзамена приведены в Рабочей программе кандидатского экзамена.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое BIM и какие основные преимущества он предоставляет для процессов строительства и проектирования?
2. Какие основные стадии жизненного цикла объекта отражаются в BIM-модели?
3. Объясните основные отличия между BIM и CAD.
4. Изложите основные принципы работы совместного проектирования на основе BIM-технологий.
5. Что такое LOD (Level of Detail) и какие уровни детализации можно выделить в BIM?
6. Перечислите основные программные инструменты для реализации BIM-технологии.
7. Опишите, какие аспекты управления строительными проектами могут быть оптимизированы с помощью BIM.
8. Объясните, в чем заключается понятие семейств (families) в BIM и какой их принцип действия.
9. Что такое отсчет (координаты) и настройки единиц измерения в BIM?
10. Какие подходы к совместному использованию данных используются в рабочей среде BIM?
11. Информационное моделирование на уровне эксплуатации зданий?
12. Как междисциплинарное взаимодействие реализуется с помощью BIM?
13. Опишите, как BIM используется в сфере оценки устойчивости и эффективности зданий и инфраструктуры.
14. Что такое параметрическая архитектура, и чем она отличается от традиционной архитектуры?
15. Какие преимущества предоставляет использование параметрической архитектуры в дизайне и строительстве?
16. Какие программные средства используются для создания параметрических моделей?
17. Приведите примеры зданий или проектов, которые демонстрируют основные принципы параметрической архитектуры.

18. Что такое генеративный алгоритм и как он используется в параметрической архитектуре?
19. Как развитие искусственного интеллекта может улучшить разработку параметрических архитектурных моделей?

Полный комплект заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «АУР». Пример экзаменационного билета приводится в Рабочей программе кандидатского экзамена.

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа
Информационные технологии в
проектировании зданий
Кафедра
Архитектура и урбанистика

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

Дисциплина: «Строительные конструкции, здания и сооружения»

БИЛЕТ №

1. Какие основные стадии жизненного цикла объекта отражаются в BIM-модели?
2. Что такое информационное моделирование зданий на уровне обслуживания и эксплуатации?
3. Опишите, какие аспекты управления строительными проектами могут быть оптимизированы с помощью BIM.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)
« ____ » _____ 202 ____ г.

Фамилия И.О.

Лист регистрации изменений

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