

Информация о подразделении, в котором реализуется НИП

1. *Наименование.* Научно-технологический комплекс "Цифровой инжиниринг в гражданском строительстве", Научный центр мирового уровня "Передовые цифровые технологии", Передовая инженерная школа "Цифровой инжиниринг"
2. *Руководитель подразделения - ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, ссылка на индивидуальный профиль (персональную страницу) на сайте университета.* [Ватин Николай Иванович](#), д.т.н., проф., директор Научно-технологического комплекса "Цифровой инжиниринг в гражданском строительстве"
3. *Область наук и научные направления, в рамках которых ведутся исследования в соответствии с Международной картой науки Олимпиады.* Инженерия и технологии
4. *Темы конкретных проектов (реализуемых, выполненных)*
 - 4.1. Грант РФ 24-19-00691 Сборные конструкции из гибридных стеклобазальтопластиковых композитных труб для умеренных и арктических условий (2024-2026 гг.).
 - 4.2. Грант РФ 24-44-20012 Инженерный биобетон для самовосстановления. новая биотехнология в промышленном масштабе (2024-2026 гг.).
 - 4.3. Грант РФ № 21-19-00324, Фундаментальные научные исследования новых бетонов с безобжиговым зольным гравием с переходом к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике и глубокой переработке угля, 2021-2023 гг.
 - 4.4. Экспертиза методик оценки несущей способности подвесной системы. заказчик ООО "Армстронг Ворлд Индастриз", 2023 г.
 - 4.5. Исследование, анализ и актуализация СТО 73090654.002-2019 Методические рекомендации по утеплению ограждающих конструкций и трубопроводов неотапливаемого чердака изделиями КНАУФ ИНСУЛЕЙШН для нормализации температурно-влажностного режима в неотапливаемых чердаках, заказчик ООО "Кнауф Инсулейшн", 2022 г.
 - 4.6. Исследование теплотехнических характеристик элементов ограждающих конструкций, заказчик ООО "ЙОЗЕФ ГАРТНЕР", 2022 г.
 - 4.7. Совершенствование конструктивно-технологических решений для строительства модульных быстровозводимых многоэтажных зданий, заказчик ФАУ ФЦС, 2022 г.
 - 4.8. Исследование прочностных характеристик автоматизированной складской системы ДиКом-Лифт, заказчик ДиКом, 2021 г.
 - 4.9. Руководитель проекта, Определение изменения основных эксплуатационных характеристик камней крымского известняка, обработанных камнеукрепляющим материалом Oxal NK 100 производства ООО "Эм-Си Баухеми", заказчик ООО "Эм-Си Баухеми", 2021 г..
 - 4.10. Государственное задание Министерства образования "Лаборатория защищенных и модульных зданий" (Код научной темы FSEG-2022-0010), (2021-2027 гг.).

Тематика и содержание НИП

1. *Наименование* – Цифровой инжиниринг в гражданском строительстве
2. *Руководитель НИП - ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, ссылка на индивидуальный профиль (персональную страницу) на сайте университета*
Ватин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, директор Научно-технологического комплекса «Цифровой инжиниринг в гражданском строительстве», https://www.spbstu.ru/university/about-the-university/personalities/327148_vatin_nikolay_ivanovich
3. *Область наук и научные направления, в рамках которой ведутся исследования в соответствии с Международной картой науки Олимпиады*
Инженерия и технологии
4. *Рабочие языки научно-исследовательской группы при выполнении проекта* - английский.
5. *Цели, задачи НИП*

Цель программы постдокторантуры

Разработка и внедрение научно обоснованных решений для повышения энергоэффективности в строительстве, минимизации негативного воздействия на окружающую среду и создания технологий, направленных на ресурсосбережение, снижение углеродного следа и рациональное использование строительных материалов и природных ресурсов. Программа ориентирована на проведение исследований, направленных на практическое применение в строительной отрасли.

Основные задачи программы

1. Энергоэффективность зданий

- Проведение фундаментальных и прикладных исследований в области тепловой аккумуляции, включая изучение теплоизоляционных материалов, таких как аэрогели, для сокращения теплопотерь;
- Разработка адаптивных конструкций, реагирующих на изменения внешних условий, для повышения энергоэффективности и улучшения эксплуатационных характеристик зданий;
- Моделирование и экспериментальное изучение воздушных потоков в каналах и кавернах ограждающих систем зданий с целью оптимизации вентиляции и снижения теплопотерь;
- Разработка проектных и экспериментальных решений для повышения энергоэффективности зданий, включая использование интеллектуальных систем управления микроклиматом.

2. Материалы и конструкции для экстремальных условий

- Разработка сборных конструкций из стеклобазальтопластиковых композитных труб, способных выдерживать сложные климатические условия, такие как низкие температуры и высокая влажность, для применения в умеренных и арктических регионах;
- Создание биобетона с самовосстанавливающимися свойствами для увеличения долговечности конструкций и снижения затрат на их обслуживание, а также разработка масштабируемых технологий его промышленного производства;
- Проведение исследований по созданию строительных материалов на основе переработки промышленных отходов, таких как зольный гравий, для повышения их экологической эффективности и экономической доступности;
- Внедрение вторичных материалов и отходов в производство строительных конструкций для уменьшения объемов отходов и увеличения ресурсоэффективности.

3. Технологии ресурсосбережения и охрана окружающей среды

- Разработка методов переработки строительных отходов и их последующего использования в качестве сырья для производства новых строительных материалов;
- Разработка решений для уменьшения углеродного следа при производстве и эксплуатации строительных объектов, включая исследования по снижению выбросов на всех этапах жизненного цикла материалов;
- Исследование и внедрение технологий, направленных на рациональное использование природных ресурсов и снижение влияния строительной отрасли на окружающую среду;
- Анализ жизненного цикла строительных объектов с целью определения возможностей повторного использования материалов и повышения общей экологической эффективности.

4. Междисциплинарные исследования и практическая реализация

- Объединение усилий специалистов из области материаловедения, строительной физики, инженерии и архитектуры для разработки комплексных решений,

повышающих энергоэффективность зданий и оптимизирующих процессы строительства;

- Сотрудничество с производственными предприятиями для тестирования разработок, их адаптации и внедрения в реальные строительные проекты;
- Проведение образовательных мероприятий для подготовки специалистов, способных создавать и внедрять решения, направленные на минимизацию использования ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду;
- Разработка стандартов и рекомендаций по внедрению энергоэффективных технологий и материалов в строительной отрасли.

Программа нацелена на интеграцию научных исследований в практику строительства, что позволит создать эффективные и ресурсосберегающие решения, соответствующие требованиям времени и запросам общества.

Описание научных подходов и методов, оборудования для реализации НИП

Для успешного достижения целей программы постдокторантуры и выполнения поставленных задач предполагается использование современных научных подходов и методов. Эти методы объединяют передовые технологии анализа, проектирования и моделирования с практическими экспериментами для создания эффективных решений в строительной отрасли.

1. Методы компьютерного моделирования (CFD и инженерные расчеты).

Компьютерное моделирование, включая численное моделирование потоков (CFD – Computational Fluid Dynamics), будет играть ключевую роль в исследовании энергоэффективности зданий.

- CFD позволяет моделировать воздушные и тепловые потоки внутри и вокруг строительных конструкций, анализировать механизмы теплопередачи, а также оптимизировать системы вентиляции, отопления и охлаждения.
- Этот метод поможет изучить динамику воздушных потоков в ограждающих конструкциях, включая каналы и каверны, для минимизации теплопотерь.
- CFD также будет применяться для анализа поведения адаптивных строительных материалов и конструкций в экстремальных условиях, таких как низкие температуры и высокие нагрузки.

2. Цифровой инжиниринг.

Цифровой инжиниринг представляет собой основу для разработки, анализа и оптимизации строительных систем и материалов.

- Использование специализированного программного обеспечения для расчета механических, тепловых и физических характеристик строительных конструкций позволит прогнозировать их поведение на различных стадиях жизненного цикла.
- Цифровой инжиниринг объединит инженерные расчеты, моделирование материалов и конструкторские разработки, позволяя минимизировать затраты на физические эксперименты и ускорить процессы проектирования.
- Интеграция цифрового инжиниринга с компьютерным моделированием обеспечит разработку высокоточных решений для строительства энергоэффективных и долговечных объектов.

3. Создание цифровых двойников.

Цифровые двойники представляют собой виртуальные копии физических объектов, которые используются для анализа, прогнозирования и оптимизации характеристик строительных систем.

- Цифровые двойники будут применяться для моделирования строительных объектов на этапе проектирования, а также для мониторинга их работы в реальных условиях.

- С помощью цифровых двойников можно проводить сценарный анализ, выявлять возможные проблемы, прогнозировать износ и проводить оптимизацию эксплуатационных характеристик без необходимости проведения дорогостоящих физических испытаний.
- Такой подход особенно важен для сложных систем, таких как адаптивные фасады зданий или самовосстанавливающиеся биобетоны, где необходимо учитывать множество взаимосвязанных параметров.

4. Интеграция данных и моделирование жизненного цикла.

Методы цифрового моделирования и анализа будут использоваться для исследования полного жизненного цикла строительных материалов и конструкций.

- Создание моделей жизненного цикла включает оценку воздействия каждого этапа производства, эксплуатации и утилизации строительных материалов на окружающую среду.
- Анализ жизненного цикла будет способствовать разработке материалов с минимальным углеродным следом и максимальной ресурсоэффективностью.
- Этот подход обеспечит практическую реализацию принципов рационального использования ресурсов на всех стадиях строительства и эксплуатации.

5. Экспериментальная валидация.

Для проверки результатов моделирования и цифрового инжиниринга будут проводиться экспериментальные исследования.

- Лабораторные испытания строительных материалов, таких как стеклобазальтопластиковые композиты и самовосстанавливающиеся бетоны, для подтверждения их свойств, прогнозируемых с помощью цифровых моделей;
- Реальные тесты на опытных участках строительства для анализа работы инновационных систем в полевых условиях;
- Сравнение данных моделирования с результатами экспериментов для корректировки расчетных моделей и повышения их точности.

Применение этих научных методов позволит интегрировать передовые технологии моделирования, анализа и инжиниринга в строительную отрасль, обеспечивая создание энергоэффективных, надежных и экологически дружелюбных решений.

Оборудование

Перечень оборудования, материалов, информационных и других ресурсов.

1. Для численных расчетов будет использоваться имеющийся в университете суперкомпьютерный центр. Вычислительная среда центра имеет общую пиковую производительность более 1.2 ПФлопс и включает в себя.

- гетерогенный кластер в составе 668 2-х процессорных узлов с новейшими 14-ядерными Intel Xeon E5 2695 v3 и 64

ГБ оперативной памяти; пиковая производительность кластера составляет 938 ТФлопс;

- уникальную вычислительную систему с массовым параллелизмом и ультравысокой многоточностью на процессорах Intel Xeon Phi, содержащую 256 узлов; пиковая производительность системы - 259 ТФлопс

- массивно-параллельный суперкомпьютер с кеш-когерентной глобально адресуемой памятью объемом более 12 ТБ

и пиковой производительностью 30ТФлопс. Задачи будут запускаться на 4 узлах с прямым жидкостным охлаждением серии Tornado, каждый с двумя процессорами Intel Xeon E5-2697 v3 CPUs v3 (14 ядер, 2,6 ГГц) и 64 ТБ оперативной памяти DDR4.

2. Имеется доступ к базам данных Scopus, Web of Science, Science Direct, а также к полному комплекту модулей Overview, Benchmarking, Collaboration, Trends и Reporting сервиса SciVal компании Elsevier.

3. Также будут использоваться возможности Информационно-библиотечного комплекса СПбПУ, обеспечивающего доступы к журналам издательств Cambridge University Press, Nature Publishing Group, Springer, Taylor & Francis, John Wiley & Sons, а также сохранившийся доступ к научным базам ведущих мировых университетов.

4. Перечень основного оборудования, непосредственно необходимого для выполнения экспериментальных исследований бетонных образцов.

- прибор Вика Matest E055N (Италия);
- ручной аппарат Блейна Matest E009-KIT (Италия);
- виброгрохот Matest A059-02KIT (Италия);
- измеритель адгезии Matest E142 (Италия);
- установка для испытания на водонепроницаемость УВБ-МГ 4.01;
- лабораторный сушильный шкаф СМ 35/350 – 220 ШС;
- климатическая камера СМ – 55/50-120 СБ;
- везерометр (испытательная климатическая камера) QUV производства Q-Lab Corporation;
- актинометрическая станция;
- весы лабораторные DA-1203С, BEL ENGINEERING, с поверкой;
- весы лабораторные DA-6202С, BEL ENGINEERING, с поверкой;
- весы лабораторные ВМ-313М-II, ВЕСТА, с поверкой;
- влагомер строительных материалов ВИМС-2.21 (ООО НПП "Интерприбор");
- измеритель теплопроводности ИТС-1 (ООО НПП "Интерприбор");
- измеритель теплопроводности МИТ-1 (ООО НПП "Интерприбор");
- измеритель теплофизических величин Теплограф (ООО НПП "Интерприбор");
- камера вакуумная ГТ 4.0.6;
- термогигрометр ТЕМП 3.22 (ООО НПП "Интерприбор").

Наиболее значимое для заявленного программы оборудование

1. Везерометр ТВТ-XLW-150А

Размер камеры испытания составляют 350х300х300(н) мм., а площадь эффективного воздействия радиации ≈ 625 см².

Выбранное устройство позволяет проводить ускоренные испытания на.

- светостойкость;
- атмосферостойкость;
- стойкость к комбинированному воздействию негативных климатических

факторов.

В качестве испытуемых материалов могут быть выбраны.

- полимеры и пластики;
- краски и защитные покрытия;
- текстили, включая геотекстильные изделия;
- упаковочные материалы;
- теплоизоляция.

Регулируемые параметры испытаний.

- температура. 0°С ... 70°С (± 2 °С);
- температура «черной панели». 45°С ... 85°С (± 3 °С);
- относительная влажность. 20% ... 95% (± 5 %);
- интенсивность излучения. 150 ... 1200 Вт/м²;
- орошение – дождевание (наличие или отсутствие).

Измерительные датчики.

- интенсивность излучения. УФ-радиометр;
- температура. платиновый термометр сопротивления (РТ100);
- температура «черной панели». биметаллический термометр;
- относительная влажность. гигрометр психрометрический.

2. Камера соляного тумана Erstevak

Устройство, используемое для тестирования устойчивости различных изделий к коррозии в атмосфере с высоким содержанием соли. Изделия помещаются в камеру, где они подвергаются воздействию солевого тумана, который создается путем распыления солевого раствора на поверхность изделий. Это позволяет определить, насколько хорошо изделие защищено от коррозии и как долго оно сможет работать в условиях высокой влажности и солености.

3. Актинометр

Прибор, служащий для измерения солнечной радиации. Прибор позволяет собрать подробные статистические данные по воздействию солнечной радиации на ограждающую конструкцию, получив временные зависимости величины электромагнитного излучения видимого и ультрафиолетового света от времени. Особо информативными можно считать результаты, полученные в периоды с наиболее длинными или короткими световыми днями за год.

Такое исследование уже проводилось членами нашего коллектива на площадях башни Лахта Центр. Актинометрическая станция размещалась в буферной зоне фасадной конструкции и фиксировала поступления от солнечной радиации, так как для зданий с большим процентом остекления характерны высокие нагрузки на системы охлаждения в летний период, что приводит к существенным затратам на охлаждение, для повышения энергоэффективности таких зданий важно не только правильно спроектировать теплозащиту на период наиболее холодной пятидневки, но и обеспечить правильную работу в летний период повышенных температур и высокой интенсивности солнечной радиации.

Описание вакансии постдока

1. Задачи, функции в НИИП

Постдокторантура предлагает ученым, уже завершившим обучение в аспирантуре, возможность углубить свои исследования и приобрести новые компетенции в области строительства. Участие в программе предполагает выполнение комплекса задач, направленных на достижение целей программы и развитие научной карьеры постдока.

Основные задачи постдока.

1. Проведение исследований и разработка решений.

- Выполнение фундаментальных и прикладных исследований, связанных с улучшением энергоэффективности зданий, разработкой адаптивных конструкций и материалов для экстремальных условий.
- Разработка и тестирование прототипов строительных систем, таких как сборные конструкции из композитных материалов или самовосстанавливающийся биобетон.
- Использование современных методов компьютерного моделирования (например, CFD) для оптимизации строительных технологий и анализа тепловых, механических и физических процессов в конструкциях.

2. Создание цифровых моделей и двойников.

- Построение цифровых моделей исследуемых объектов, включая здания, строительные конструкции и материалы, для изучения их поведения в различных условиях.
- Разработка цифровых двойников, позволяющих проводить симуляции и прогнозировать эксплуатационные характеристики конструкций на этапах проектирования и эксплуатации.

3. Интеграция данных и результатов.

- Сбор, анализ и интерпретация экспериментальных данных для подтверждения результатов моделирования.

- Внедрение методов интеграции данных из разных источников для создания обобщенной картины поведения строительных объектов.
4. **Публикация научных результатов.**
 - Подготовка научных статей для публикации в ведущих международных журналах.
 - Презентация результатов исследований на международных конференциях и семинарах.
 - Разработка отчетов и рекомендаций для внедрения разработок в промышленность.
 5. **Участие в образовательной и научной деятельности.**
 - Проведение лекций, семинаров и мастер-классов для студентов и молодых исследователей.
 - Содействие обучению студентов и аспирантов в рамках совместных исследований.
 - Участие в организации научных мероприятий, включая конференции, круглые столы и симпозиумы.

Функции постдока.

1. **Исследовательская функция.**
Постдок выступает ключевым исполнителем научных исследований, обеспечивая их теоретическую и практическую реализацию, включая разработку гипотез, выполнение расчетов, моделирования и экспериментов.
2. **Проектная функция.**
 - Участие в формировании проектных решений для новых строительных материалов и технологий.
 - Ведение проектной документации и координация взаимодействия с промышленными партнерами.
3. **Функция экспертизы.**
 - Проведение оценки результатов экспериментов и исследований.
 - Анализ применимости разработанных технологий и конструкций в реальных условиях.
4. **Функция научного руководства.**
 - Наставничество студентов и молодых исследователей, включая помощь в разработке тем исследований и выполнении экспериментов.
 - Обеспечение научного сопровождения совместных исследовательских проектов.
5. **Функция коммуникации и популяризации науки.**
 - Взаимодействие с промышленными партнерами для продвижения научных разработок и адаптации их к практическому использованию.
 - Популяризация научных достижений программы через научно-популярные публикации и участие в общественных мероприятиях.

Перспективы для постдока.

Участие в программе постдокторантуры предоставляет исследователю уникальные возможности.

- Укрепление профессиональных компетенций в области строительных технологий, материаловедения и цифрового моделирования.
- Расширение научной сети и установление контактов с ведущими исследовательскими центрами и промышленными предприятиями.
- Создание базы для формирования собственного научного направления и участия в реализации крупномасштабных проектов в строительной отрасли.

Эти задачи и функции позволят постдоку внести значительный вклад в развитие науки и технологий, а также ускорить их внедрение в практическую деятельность.

2. Ставка, занятость, наименование должности, планируемый срок договора -

Научный сотрудник, 1 год

3. Заработная плата - 120 000 руб. в месяц

4. Дополнительная поддержка - помощь в оформлении визы, служебное жилье/помощь в аренде жилья, курсы русского языка

5. Требования к постдоку

Для успешного выполнения задач программы и достижения ее целей от кандидата на позицию постдока ожидается высокий уровень профессиональных компетенций, научного опыта и личных качеств.

1. Образование и научная квалификация.

- Наличие степени кандидата наук (или PhD) в одной из следующих областей: строительная физика, материаловедение, инженерия, механика, теплофизика или смежные дисциплины.
- Опыт работы в рамках научных исследований, подтвержденный публикациями в рецензируемых международных и национальных журналах.

2. Знания и профессиональные навыки.

- Глубокие знания в области теплотехники, строительных материалов и энергоэффективных технологий.
- Уверенное владение методами компьютерного моделирования, включая:
 - CFD (Computational Fluid Dynamics) для анализа тепловых и воздушных потоков;
 - Финитные элементы для расчета прочностных и тепловых характеристик строительных конструкций.
- Навыки разработки цифровых моделей и цифровых двойников строительных объектов.
- Опыт экспериментальной работы, включая лабораторные исследования свойств строительных материалов и испытания конструкций.
- Умение анализировать данные, проводить интерпретацию результатов и разрабатывать рекомендации.

3. Навыки проектной и научной работы.

- Опыт управления научными проектами или участия в их реализации, включая составление проектной документации и координацию командной работы.
- Способность проводить междисциплинарные исследования, интегрировать знания из различных областей и предлагать инновационные решения.
- Умение писать научные статьи, оформлять отчеты и презентации, готовить материалы для конференций.

4. Коммуникативные навыки и личные качества.

- Умение работать в команде, включая наставничество студентов и взаимодействие с коллегами из смежных областей.
- Высокий уровень организованности, ответственность и самостоятельность в выполнении задач.
- Готовность к участию в конференциях, семинарах и других научных мероприятиях для представления результатов исследований.
- Английский язык на уровне, достаточном для написания научных статей и участия в международных научных мероприятиях.

5. Преимущества для кандидата.

- Опыт работы в междисциплинарных проектах, включающих строительную отрасль, цифровое моделирование или материаловедение.
- Практические знания в области энергоэффективного строительства, устойчивых материалов или технологий переработки отходов в строительстве.
- Навыки программирования или работы с инженерным ПО, например. ANSYS, COMSOL, OpenFOAM, SolidWorks, AutoCAD, MATLAB и другие.

6. Готовность к работе в рамках программы.

- Участие в лабораторных и полевых испытаниях.
- Умение выполнять поставленные задачи в рамках установленных сроков и целей программы.
- Открытость к новым методам работы, включая использование передовых технологий цифрового инжиниринга и анализа.

Эти требования направлены на привлечение высококвалифицированных специалистов, способных внести значительный вклад в реализацию программы и развитие научного направления.

6. Ожидаемые результаты по итогам работы (публикации, РИД, руководство студентами, подготовка научных кадров, участие в научных конференциях и др.)

1. Публикации научных статей в ведущих изданиях мирового уровня.

- **Научные статьи.** Публикация не менее 12 оригинальных научных статей в рецензируемых журналах, входящих в базы данных Scopus, Web of Science или аналогичные мировые издания с высоким импакт-фактором, что подтвердит высокий уровень научной работы и инновационности полученных результатов.
- **Публикации в конференционных материалах.** Представление результатов исследований в виде научных трудов на ведущих международных конференциях с целью популяризации новых подходов и технологий в области энергоэффективного строительства, материаловедения и цифрового инжиниринга.

2. Получение результатов интеллектуальной деятельности (РИД).

- **Разработка и патентование новых технологий и материалов.** В ходе программы постдокторантуры ожидается разработка решений, которые могут быть запатентованы как интеллектуальная собственность, включая новые строительные материалы, конструктивные элементы и инженерные решения, направленные на повышение энергоэффективности и ресурсосбережения.
- **Технологические инновации.** Получение результатов, которые будут использованы в промышленности, таких как новые методы проектирования, материалы или технологии, и которые смогут существенно улучшить процессы строительства и эксплуатации зданий в условиях различных климатических и эксплуатационных факторов.
- **Цифровые двойники и модели.** Разработка и внедрение цифровых двойников для проектирования, эксплуатации и мониторинга зданий, что будет способствовать значительному повышению точности и эффективности проектных решений.

3. Участие в международных научных конференциях.

- **Презентация научных результатов.** Постдок будет активно участвовать в международных научных конференциях, симпозиумах и семинарах, где будет представлять результаты своих исследований в формате устных докладов или постеров. Это обеспечит прямое взаимодействие с мировыми экспертами и академическими учреждениями, а также способствовать обмену опытом и расширению научных контактов.
- **Сетевое взаимодействие.** Участие в научных мероприятиях позволит постдоку установить важные связи с исследователями и практиками из ведущих научных и промышленных центров мира, что будет способствовать дальнейшему развитию научной карьеры и укреплению международного научного сотрудничества.

- **Публикации в материалах конференций.** Результаты конференционных выступлений будут опубликованы в сборниках трудов конференций, что также подтвердит высокий уровень научной работы.

4. Развитие профессиональных компетенций и карьеры.

- **Углубление научной квалификации.** Постдок получит значительный опыт в междисциплинарных исследованиях и разработках, что позволит ему стать экспертом в области энергоэффективного строительства и устойчивых технологий.
- **Опыт в научном руководстве.** Постдок также будет обучать студентов и аспирантов, передавая знания и навыки в области исследовательской работы, что поспособствует развитию научной и образовательной среды.
- **Подготовка к самостоятельной научной карьере.** Завершение программы послужит важным шагом для становления постдока как независимого исследователя с высоким международным статусом, способного самостоятельно проводить крупномасштабные научные проекты и разрабатывать инновационные решения для строительной отрасли.