Минимум риска: аспирант Политеха создал метод проектирования ветроэнергетических установок для Арктики

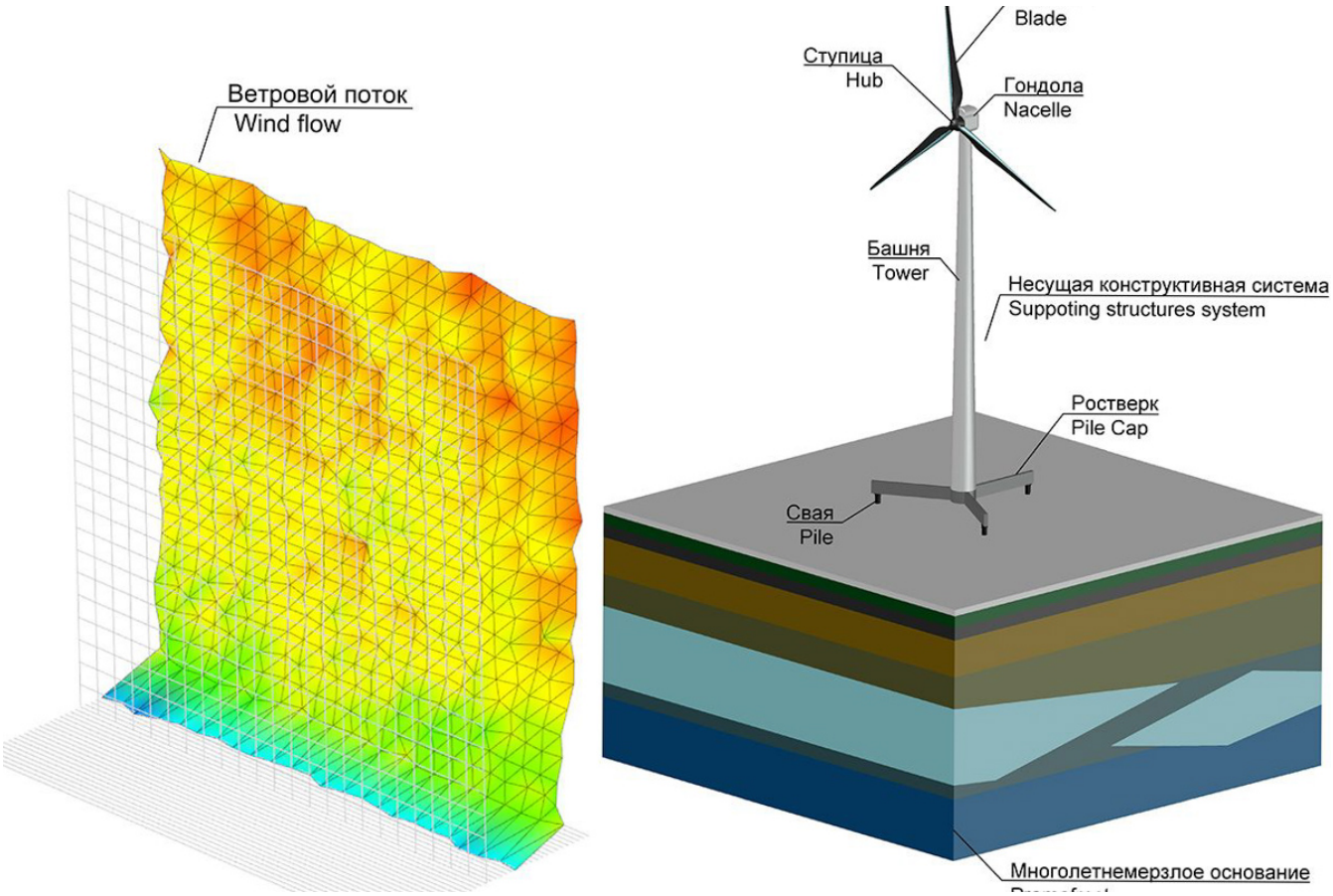
Выпускник аспирантуры Инженерно-строительного института СПбПУ Иван Ригель разработал комплексную методику проектирования несущих конструкций ветроэнергетических установок (ВЭУ) для экстремальных условий Арктики. Предложенный подход впервые объединяет в одну расчётную систему моделирование поведения вечномёрзлого грунта, ветровых нагрузок и колебаний ВЭУ. Результаты работы уже внедрены в АО «Росатом Возобновляемая энергия» для проектирования опытных образцов отечественных ветроэнергетических установок для Арктики.

Проектирование ветроэнергетических установок в Арктике связано со многими рисками. Стандартные инженерные методы не учитывают одновременное воздействие экстремального ветра, обледенения лопастей и деградации многолетнемёрзлых грунтов. Как показали исследования, сезонное и долгосрочное оттаивание основания может снижать собственные частоты колебаний башни на 4–10 %, а в сочетании с обледенением лопастей и снеговой нагрузкой — до 15 %. Это создаёт риск возникновения резонанса на рабочих частотах вращения ветроколеса, что может привести

к аварийному состоянию установки. Разработанная Иваном методика помогает точно предсказать поведение конструкции при любых климатических изменениях на протяжении всего жизненного цикла объекта.

«Мы разработали способ оценки динамического отклика ВЭУ, который позволяет исключить возникновение резонансов в течение всего жизненного цикла сооружения с учётом деградации многолетнемёрзлых грунтов, обледенения и снеговой нагрузки», — рассказал автор методики.

Важнейшим этапом работы стало апробирование математической модели на реальных данных. В августе 2025 года под руководством директора научно-образовательного центра «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе», профессора ИСИ Виктора Елистратова, Иван Ригель впервые в России провёл натурные динамические исследования действующей ВЭУ мощностью 120 кВт за Полярным кругом. Иван установил на башне систему для измерения ускорений и напряжений в реальном времени. Для мониторинга мерзлоты была изготовлена термоизмерительная система на базе термодатчиков и контроллера, которая позволила получить профиль температуры грунта по глубине. Все данные синхронизировали во времени по GPS между собой и с режимами работы ВЭУ из SCADA-системы.



Благодаря новой методике возможно не только исключить риск резонансных явлений и других непредвиденных ситуаций, приводящих к аварийному состоянию ВЭУ, но и минимизировать капитальные затраты на строительные конструкции арктических ветроэлектростанций. На основе методики разработана модульная конструкция, адаптированная к транспортировке в стандартных контейнерах, что критически важно для логистики на удалённых арктических территориях. Методика легко масштабируется: для адаптации к другому региону достаточно использовать местные климатические и геологические данные. Это делает её востребованной не только в Арктике, Сибири и на Дальнем Востоке, но и в других странах с холодным климатом.

Работа выполнена в рамках аспирантской подготовки в Высшей школе гидротехнического и энергетического строительства Инженерно-строительного института СПбПУ при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 25-29-00497). Научный руководитель — доктор технических наук, профессор ВШГиЭС Виктор Васильевич Елистратов. Автор также выражает благодарность компании «ВТР Инжиниринг» за содействие в организации и проведении натурных исследований.

Дата публикации: 2026.07.29

>>Перейти к новости

>>Перейти ко всем новостям