

УДК 624.9

*С.В. ВАВРЕНЮК, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, зам. директора по научной работе  
Дальневосточного научно-исследовательского института по строительству РААСН  
(Владивосток)*

## Научное сопровождение уникальных объектов Саммита АТЭС

На примере возведения важнейших объектов к проведению Саммита АТЭС во Владивостоке показана необходимость научного сопровождения в части применения строительных материалов и конструкций, использования новых технологий, современных методов контроля качества работ, а также важность экспертно-консультационного сопровождения строительства специалистами ДальНИИС и Дальневосточного отделения РААСН. Приведены примеры конкретных объектов: мост на о. Русский, Дальневосточный федеральный университет, вантовый мост через бухту Золотой Рог, реконструкция федеральной трассы М60, низководный мост-эстакада через Амурский залив и др., где научное сопровождение позволило сэкономить значительные государственные средства.

**Ключевые слова:** научное обоснование; градостроительные проектные решения; концепция комплексного развития города.

В январе 2007 г. Правительством РФ было принято решение о проведении Саммита АТЭС во Владивостоке. И уже весной специалисты ДальНИИС и Дальневосточного регионального отделения РААСН подключились к участию в работах по подготовке города к Саммиту. Прежде всего это касалось научного обоснования проектных решений по максимальному использованию подготовки к Саммиту в интересах развития города, развития его транспортной и инженерной инфраструктуры, а также улучшения архитектурно-художественного облика Владивостока.

Большой вклад в части научного обоснования градостроительных проектных решений внес член-корр. РААСН В.В. Анিকেев. В составе коллектива института Гипрогор им разработана концепция комплексного развития и управления Владивостока. Выполнены градостроительные обоснования размещения делового центра Саммита АТЭС (рис. 1)

и транспортной схемы его обслуживания, а также предложена уникальная трассировка основной автомагистрали от аэропорта в город с четырехкилометровым мостом-эстакадой через Амурский залив.

Под научным руководством В.В. Анিকেева при участии советника РААСН И.Б. Самойленко разработан проект генерального плана Владивостокского городского округа, градостроительные аспекты которого использованы при разработке государственной подпрограммы «Развитие Владивостока как центра международного сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе». Данная государственная подпрограмма разработана для подготовки Владивостока к Саммиту.

Реализация мероприятий по подготовке к Саммиту дала городу два высоководных моста, низководный мост-эстакаду, новые и реконструированные автомагистрали,



Рис. 1. Схема размещения объектов Саммита АТЭС-2012



Рис. 2. Мост на о. Русский через пролив Босфор Восточный



Рис. 3. Владивосток — город со сложной архитектурной структурой

комфортабельные отели на побережье, позволила существенно развить системы водоснабжения, канализации, энергоснабжения, утилизации бытовых отходов, а также благоустроить многие территории города.

В процессе строительства обнаружилось очень много сложностей: *во-первых*, несовершенство законодательной базы: пришлось принимать отдельный закон (аналогичный закон принят по Олимпиаде 2014 г. в Сочи), смягчающий многие бюрократические процедуры регулирования градостроительной деятельности; *во-вторых*, крайне сжатые сроки строительства. В результате проектирование зачастую велось одновременно со строительством, в отсутствие экспертизы, при недостатке, а иногда и в отсутствие материалов инженерных изысканий.

Если рассматривать все объекты, построенные в рамках Саммита, то самыми уникальными объектами являются два вантовых моста — мост на о. Русский через пролив Босфор Восточный (рис. 2), соединяющий материковую часть с островом, и мост через бухту Золотой Рог в центре города (рис. 3).

Причем с точки зрения уникальности сооружений не только в России, но и в мире самым уникальным сооружением является **мост на о. Русский**. Он уникален по оригинальным техническим решениям, по новым технологиям, а также по сложности строительства в экстремальных природно-климатических условиях: большие ветровые нагрузки в сочетании с низкими температурами зимой, сложная геология, воздействие от навала судов, большая толщина льда в проливе.

И еще этот мост уникален по крайне сжатым срокам возведения. Он построен всего лишь за 3,5 года. Крупнейшие иностранные компании, имеющие серьезный опыт в мостостроении, отказались участвовать в проекте, сославшись на невозможность построить за такие сроки. А российские строители (генеральный подрядчик ОАО «УСК МОСТ», Владивосток, и генеральный проектировщик ООО «НПО «Мостовик», Омск, благодаря научно-технической поддержке российской науки построили.



Рис. 4. Установка ванты при строительстве моста на о. Русский

Из иностранных компаний в проекте участвовала только одна французская фирма «Freyssinet International & cie», изготовившая и установившая ванты. Участвовала она лишь потому, что подобные работы в мире выполняют только две компании (рис. 4).

Мост на о. Русский является мировым рекордсменом по длине центрального пролета 1104 м и длине ванты 580 м (рис. 5).

В мире существуют всего два вантовых моста с пролетом более 1000 м. Это мост Камнерезов в Гонконге и Сунтонг в Китае. Существенным отличием моста на о. Русский является то, что при схожем центральном пролете более 1000 м ширина его 29,5 м.

На этом объекте ДальНИИС работал в содружестве с коллегами из других институтов: ОАО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Мосты» (НИЦ «Мосты», Москва), ЗАО «Институт «Стройпроект» (Санкт-Петербург), ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (Санкт-Петербург), НИИЖБ им. А.А. Гвоздева.

Научно-технические работы на мосту выполнялись ДальНИИС под научным руководством член-корр. РААСН С.В. Вавренюк. Все строительные материалы, использованные при строительстве: инертные, бетон, металл, арма-

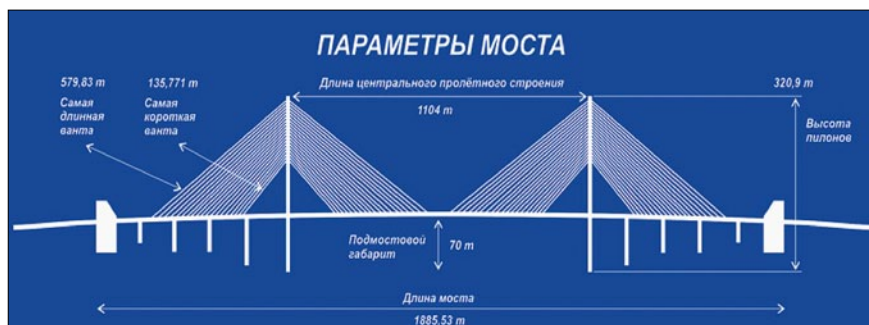
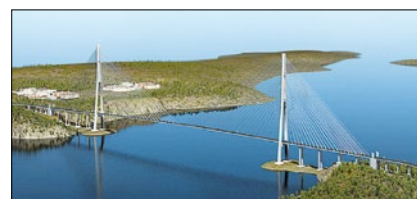
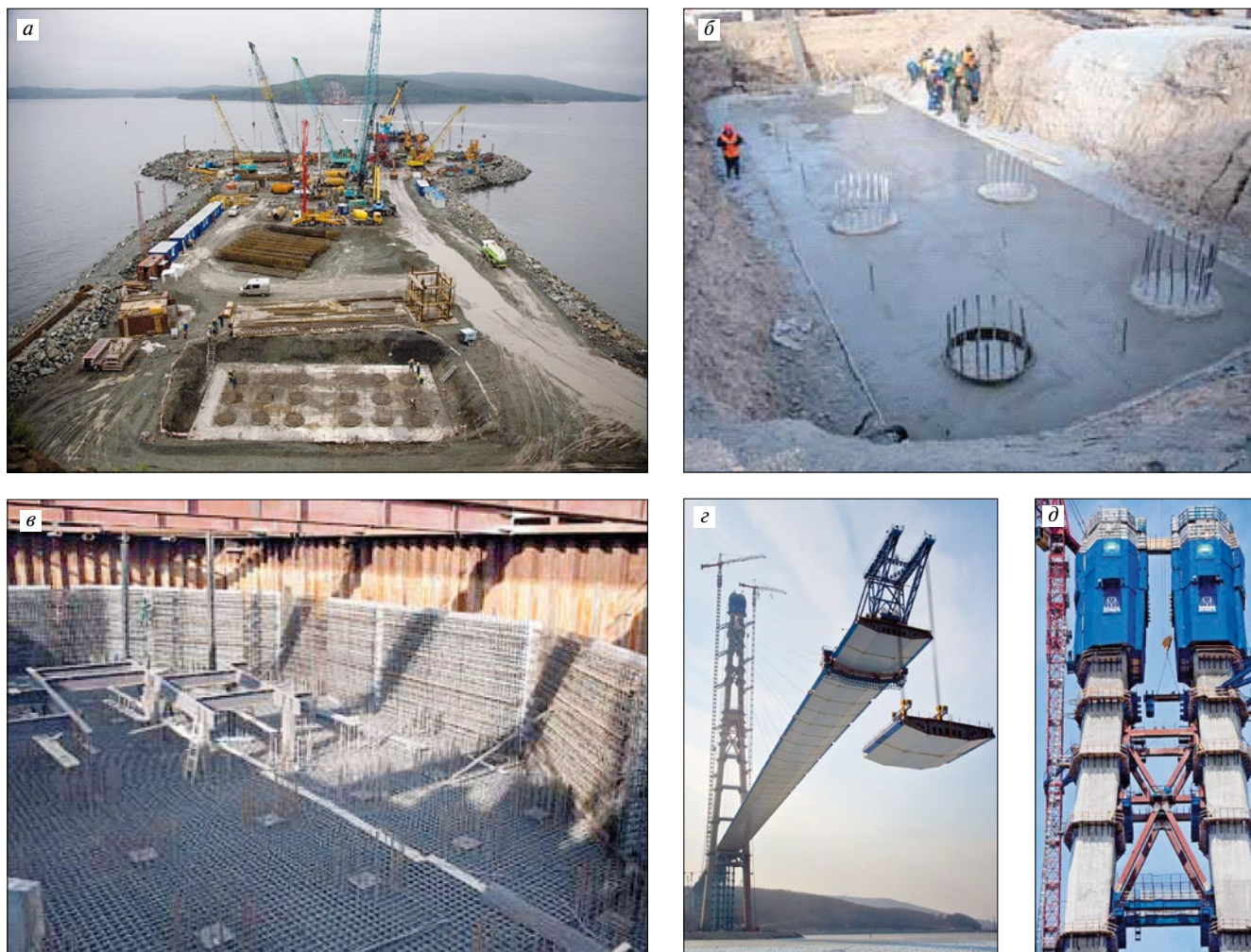


Схема моста: 60+72+3x84+1104+3x84+72+60 м  
 Общая длина моста — 1885,53 м  
 Общая протяженность с эстакадами — 3100 м  
 Длина центрального руслового пролета — 1104 м  
 Общая ширина проезжей части — 21 м  
 Число полос движения — 4 (2 в каждую сторону)  
 Подмостовой габарит — 70 м  
 Высота пилонов — 324 м  
 Самая длинная / короткая ванта — 579,83/135,771 м

Рис. 5. Параметры моста на о. Русский





**Рис. 6.** Мост на о. Русский: а – отсыпка искусственного острова в море под пилон; б – устройство буронабивных свай под пилоны и опоры; в – бетонирование ростверка под пилон; г – монтаж пролетных строений моста; д – возведение пилонов моста

тура, антикоррозийные краски, асфальтобетоны – прошли экспертизу в аккредитованном испытательном центре института. А бетоны (на строительстве моста было использовано 6 видов бетонов), а также антикоррозийные краски прошли и процесс сертификации в ДальНИИС.

Из-за сжатых сроков строительства принято решение о применении самоуплотняющихся бетонных смесей при бетонировании ростверков и применении высокопрочных бетонов при бетонировании пилонов, что позволило сократить срок их возведения как минимум в три раза. Такое техническое решение о применении самоуплотняющихся бетонных смесей при бетонировании массивных мостовых конструкций в отечественном мостостроении использовано впервые.

Для приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей использовались зола-унос и микрокремнезем, поэтому проводилась проверка защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре. ДальНИИС по оригинальной методике, разработанной в рамках НИР РААСН, провел исследования по прогнозной оценке защитных свойств бетона и подтвердил отсутствие опасности коррозии арматуры.

Кроме того, при строительстве моста апробирована еще одна методика ДальНИИС, разработанная также в рамках НИР РААСН, – методика оценки стойкости бетона при воздействии знакопеременных температур с учетом предельно

допустимых напряжений. Данная методика позволяет с точностью до одного цикла замораживания-оттаивания определять момент появления опасных магистральных трещин в бетоне.

При бетонировании ростверка была опасность разогрева бетона в массиве, что могло бы привести к появлению напряжений и растрескиванию бетона ростверка (рис. 6). Однако тщательная проработка всех вопросов помогла избежать непредвиденных ситуаций. Максимальная температура в ядре ростверка составила 70°C, а на поверхности и подошве 60°C.

При возведении пилонов самым ответственным моментом являлась отметка на высоте 180 м, когда пилон пришел в движение и начал жить самостоятельной жизнью. Необходимо было точно определить его местоположение, учитывая вертикальные отклонения от погодных условий и монтажных нагрузок. На данном этапе ДальНИИС совместно с Институтом диагностики мостов вел изучение напряженно-деформируемого состояния конструкций моста.

В целом проектов, которые строились в рамках Саммита АТЭС, было более 20. И на многих из них институт ДальНИИС принимал участие.

**Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)** на о. Русском, в корпусах которого осенью 2012 г. и проходили встречи лидеров АТЭС, представляет собой



Рис. 7. Комплекс Дальневосточного федерального университета на о. Русском



Рис. 8. Мост через бухту Золотой Рог в центре Владивостока

комплекс зданий, включающий в себя 23 учебных и жилых корпуса общей площадью около 800 тыс. м<sup>2</sup> с крупнейшей инфраструктурой (рис. 7). Если сравнивать ДВФУ с существующими вузами России, то его размеры сопоставимы лишь с площадями МГУ им. М.В. Ломоносова в Москве.

При строительстве ДВФУ ДальНИИС вел научно-техническое сопровождение объектов строительства. При возведении фундаментов корпусов университета решена серьезнейшая проблема их устройства в отсутствие инженерно-геологических изысканий. Работы в этом на-

правлении проводились под научным руководством советника РААСН В.Е. Абрамова. За счет знания грунтового строения о. Русский и постоянного освидетельствования грунтов специалистами ДальНИИС в процессе выполнения работ нулевого цикла фундаменты были возведены за кратчайшее время. При выполнении работ нулевого цикла разработано порядка 3 млн м<sup>3</sup> грунта.

При возведении **вантового моста через бухту Золотой Рог** (рис. 8) тоже отсутствовали изыскания под один из пилонов. И благодаря знаниям грунтового строения специалистами института проблема возведения ростверка под пилон была решена. Кроме того, на первом, самом сложном этапе строительства моста специалисты ДальНИИС вели научно-техническое сопровождение работ по возведению бетонных опор эстакадной части и ростверка под пилон со стороны центральной части города.

Одним из сложных объектов Саммита являлся **пятизвездочный отель на мысе Бурном** (рис. 9). Он построен на сложнейшем основании. Одна часть здания – на хорошем скальном грунте, другая – на территории, отсыпанной в акватории залива.

Английская компания RMGM для проведения инженерных изысканий предлагала пробурить 140 скважин, причем бурение необходимо было проводить в море; специалисты ДальНИИС предложили пробурить всего 10 скважин и разработали рекомендации по устройству фундаментов на основании разной сжимаемости с прогнозом осадок. Проведенный мониторинг осадок подтвердил прогнозы сотрудников института.

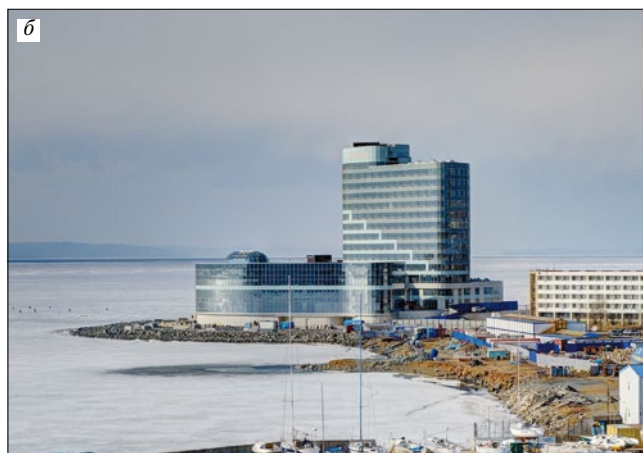


Рис. 9. Пятизвездочный гостиничный комплекс на мысе Бурный: а – часть территории, отсыпанной в акватории залива; б – общий вид

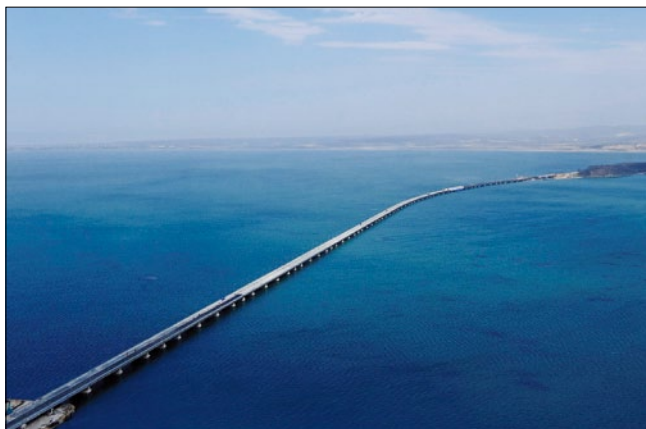


Рис. 10. Низководный мост-эстакада через Амурский залив



Рис. 11. Строительство Приморского океанариума на острове Русский

В рамках программы подготовки Владивостока к Саммиту проведена **масштабная реконструкция федеральной трассы М60**, являющейся важной составляющей транспортной инфраструктуры юга Приморья. Из четырехполосной трасса реконструирована в шестиполосную. Скорость увеличена от 60 до 90 км/час. Построены многоуровневые развязки и надземные пешеходные переходы. При реконструкции М60 специалисты ДальНИИС выполнили большой объем работ по научно-техническому сопровождению устройства основания дороги. Это экспертиза уплотнения грунтов и определение их категории.

Хотелось бы акцентировать внимание на том, что при строительстве М60 не обошлось без проблем. Проектировщики в спешке, без совещания приняли ряд проектных решений по сооружению высоких подпорных стен из каменных габионных конструкций, которые в течение года после монтажа стали разрушаться. По просьбе администрации Приморского края, в начале 2013 г. сотрудники ДальНИИС изучили данную проблему и разработали предложения по ее устранению.

Построена новая автомобильная бетонная дорога поселок Новый – полуостров Де-Фриз. Трасса выходит на **низководный мост-эстакаду через Амурский залив** (рис. 10) и дублирует федеральную М60. Благодаря этой автомагистрали от аэропорта до города можно доехать за 20 мин. При строительстве новой трассы специалисты ДальНИИС осуществляли экспертно-консультационное сопровождение по различным проблемным вопросам, возникавшим в ходе строительства.

Большой вклад внесен институтом в строительство экологических проектов Саммита: **строительство нового и рекультивация старого полигонов твердых бытовых отходов**. Данный проект решил сложнейшую экологическую проблему Владивостока. Старый полигон построен еще в 1967 г. и к 1990 г. был заполнен, но продолжал действовать. Расположенный на самом берегу, он являлся одним из главных загрязнителей Японского моря. В данном проекте ДальНИИС выполнял работы по техническому сопровождению устройства котлованов, вертикальной планировке, отсыпке дамб, устройству дренажей, а также испытанию геотехнических материалов.

Значительный вклад внесен институтом в строительство **очистных сооружений Центрального, Южного и Восточного планировочных районов Владивостока**. На

новых очистных установлено современное технологическое оборудование. Канализационные стоки проходят многоступенчатую систему механической и биологической очистки с ультрафиолетовым обеззараживанием.

По оценкам экологов, благодаря реализации проекта уже через 5 лет состояние акваторий Амурского залива и залива Петра Великого значительно улучшится.

При строительстве **международного аэропорта**, при участии ДальНИИС реконструирована взлетно-посадочная полоса, построены новые стоянки для широкофюзеляжных самолетов, новые рулевые дорожки и другие инфраструктурные объекты. Реализация этого проекта позволила значительно увеличить пропускную способность Владивостокского аэропорта, благодаря чему на его базе планируется создать крупный международный авиахаб, что, в свою очередь, позволит выстроить на юге Приморья современную и конкурентоспособную транспортную инфраструктуру.

Одним из уникальных проектов является Приморский океанариум на острове Русском (рис. 11), где специалисты ДальНИИС проводили строительно-технические экспертизы по ряду проблемных вопросов. Его строительство в стадии завершения. В океанариуме будут расположены 435 бассейнов и аквариумов для 600 видов живых организмов (до 18 тыс. особей из разных морей, рек и озер). Новейшие технологии позволят контролировать 30 параметров воды. Как уверяют специалисты, Приморский океанариум войдет в десятку лучших в мире.

В целом Саммит АТЭС дал крупнейший толчок к началу развития градостроительного комплекса Владивостока и Приморского края в целом. И члены РААСН внесли большой вклад в государственное мероприятие мирового уровня.

Учитывая уникальное географическое и геополитическое положение Владивостока, правительство определило его как центр международного сотрудничества, центр деловой и финансовой активности России в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

ДальНИИС и специалисты Дальневосточного регионального отделения РААСН продолжают работать в этом направлении. Предложены новые архитектурные проекты, а также новая концепция градостроительного освоения города на искусственно созданных (отсыпанных) островах в морских акваториях.