Краткая справка по предпроектным проработкам сооружения транспортного (мостового) перехода через Керченский пролив

Настоящая справка составлена на основании материалов предпроектных проработок, выполняемых в различные периоды времени разными по составу участников коллективами проектных и научно-исследовательских организаций, в которых в той или иной степени принимало участие ОАО «Институт Гипростроймост». В справке так же приведен вариант современного видения конструктивного решения мостового перехода с учетом накопленного в последние десятилетия опыта проектирования и строительства аналогичных по технической сложности объектов.

Вопросы осуществления железнодорожной связи Кавказа и Крыма через Керченский пролив рассматривались неоднократно. Так в период 1903 - 1917 гг. из рассмотренных 4-х вариантов к дальнейшему проектированию был рекомендован вариант с использованием косы Тузла (южный вариант) - мост общей длинной 1300 м по схеме 5х109+52+7х109 с подмостовым габаритом 8,0 м и разводным средним пролетом подъемной системы. В 1944 году был сооружен временный однопутный низководный (9,2 м от уровня моря до головки рельса) железнодорожный мост в створе Жуковка - коса Чушка. Схема моста 63х28,6+2х55+2х29,8+48х28,6 с разводными средними пролетами поворотной системы. По незавершенному строительством мосту было открыто движение поездов, но в зиму 1944/1945 годов недостроенные опоры не выдержали напора дрейфующих ледовых полей и мост был разрушен. В 1949 году Мостранспроектом был разработан проект постоянного совмещенного (двухпутного железнодорожного и двухполосного автодорожного по верхнему ярусу) моста через Керченский пролив (в створе Еникале - коса Чушка с подмостовым габаритом над судоходным каналом 40 м), но реализован он не был. В 1954 году была открыта паромная переправа для перевозки автомобилей и железнодорожных вагонов.

По инициативе Правительства города Москвы в 2001 году были выполнены предпроектные проработки строительства совмещенного (автомобильного и железнодорожного) транспортного перехода через Керченский пролив. Не смотря на отсутствие в тот период обоснованных данных о расчетной интенсивности автомобильного транспорта и расчетных объемов перевозок железнодорожным транспортом, был принят габарит мостового перехода под четыре полосы автомобильного движения (автомобильная дорога 1 категории) и два железнодорожных пути. Наряду с вариантами мостового перехода рассматривался и тоннельный вариант пересечения Керченского пролива.

В качестве конструктивного решения тоннельного варианта, с учетом сложного инженерно-геологического строения дна пролива, обусловленного развитием мощной толщи (до 50 м) слабых грунтов, представленных илами и заиленными пылевато-глинистыми и песчаными грунтами, рассматривался только вариант сооружения тоннеля методом погружных секций в предварительно отрытую траншею с последующим их закреплением (пригрузом) для предотвращения всплытия. Тоннельный вариант сооружения транспортного перехода был рассмотрен в двух возможных створах: в районе существующей паромной переправы с выходом на косу Чушка протяженностью более 5 км и стоимостью более 2 млрд. долл. США; южный вариант - в районе косы Тузла с тоннелем протяженностью 4,5 км в сочетании с 10 - км дамбой по косе и 1 - километровым низководным мостом между оконечностью косы и Таманским полуостровом, стоимостью так же более 2 млрд. долл. США. Строительство по тоннельному варианту предусматривалось осуществлять в две очереди, по мере роста интенсивности движения: под один железнодорожный путь и две полосы автомобильного движения на первом этапе и аналогично, в зеркальном отображении сооружение второго тоннеля на втором этапе строительства.

Более детально в тот период был рассмотрен вариант мостового пересечения пролива, так как по всем возможным створам его сооружения, он показывал более низкую стоимость по отношению к тоннельному. Следует отметить, что вариант мостового перехода не только ниже по стоимости первоначальных инвестиций в его сооружение, но имеет и более низкие показатели себестоимости его эксплуатации, что весьма важно при расчете сроков окупаемости инвестиций в строительство объекта. Рассматривались четыре возможных створа сооружения мостового перехода: Северный; Жуковский; Еникальский; Тузлинский (см. Приложение 1-3). Во всех вариантах подмостовой габарит в судоходном канале принимался равным 64 м по высоте, при величине пролета судоходного хода 264 м.

Северный вариант мостового перехода принят в створе мыс Фонарь - мыс Малый Кут и характеризуется следующими показателями: длина непосредственно моста через акваторию пролива - 10,3 км; железнодорожные подходы - 24 км; автодорожные подходы - 49 км; ориентировочная стоимость 1513 млн. долл. США. Характерным для данного варианта является возможность реализации пологого уклона за счет высокого крымского берега и наименьшим (по отношению к другим вариантам) объемом затрат по приобретению земельных участков под строительство в связи с невысокой плотностью застройки берегов.

Жуковский вариант предполагал строительство моста в районе поселка Жуковка на Крымском берегу в направлении косы Чушка на Таманском полуострове (в районе действующей паромной переправы). Данный вариант характерен наличием значительных продольных уклонов и кривых в плане малых радиусов, требующих применять кратную тягу локомотивов, и имеет следующие показатели: длина моста - 5,7 км; длина подходов - 46 км (автодорожный) и 13 км (железнодорожный); стоимость по экспертным оценкам - 1422 млн. долл. США.

Еникальский вариант - южнее паромной переправы от мыса Синягино до косы Чушка. Длина моста по данному варианту 6,3 км, железнодорожные подходы - 5 км, автомобильные подходы - 46 км. Стоимость строительства по экспертным оценкам того времени - 1316 млн. долл. США.

Тузлинский вариант - самый южный - в створе мыса Ак-Бурун - коса Тузла. В данном створе длина моста 11,7 км, железнодорожные подходы к нему - 36 км, автодорожных 38 км, экспертная оценка стоимости была определена на тот период в размере 1,6 млрд. долл. США.

Во всех створах рассматривались идентичные по конструктивному решению схемы моста - **n**х132м с центральным пролетом над судоходным каналом 264 м в двух вариантах - вантовой системы и в виде сквозной фермы (схема вариантов конструктивных решений прилагается Приложение 5). Пролетные строения **n**х132 м - металлические фермы с двухярусным расположением автомобильного и железнодорожного движения, объединенные в неразрезные 4-6 пролетные плети. Железнодорожный путь - в уровне нижних поясов ферм на безбалластном мостовом полотне и на балласте - для участков продольных уклонов более 4 тысячных, автопроезд - по ортотропной плите, включенной в работу верхних поясов ферм. Пролетное строение с пролетом 132 м регулярной части моста запроектировано с четырьмя плоскостями ферм с расстоянием между осями железнодорожных путей (совпадает с осями пролетов, сооружаемых поочередно) 15,0 м и возможностью сооружения в два этапа - на первом этапе под один ж.д. путь и две полосы автопроезда и объединение в единую конструкцию после сооружения аналогичной фермы под второй ж.д. путь и еще две полосы автопроезда на втором этапе. Конструкция ферм рассмотрена в двух вариантах по высоте 10,5 м и 15,0 м между осями верхнего и нижнего пояса в зависимости от конструктивного решения судоходного пролета. Центральный пролет величиной 264 м над судоходным каналом перекрывался неразрезной металлической фермой 132+264+132 с подкосной системой в надопорных сечениях для варианта ферм высотой 15,0 м и с вантовой системой для ферм высотой 10,5 м. Опоры моста, включая пилоны для варианта с вантовым пролетом над судоходным каналом, предусматривалось выполнить из железобетона. Фундаменты опор - буронабивные железобетонные сваи диаметром 2,5 м в стальной неизвлекаемой оболочке с заглублением в слой коренных глин сарматского яруса.

По результатам работы были получены следующие ориентировочные технико-экономические показатели вариантов мостового перехода:

Наименование показателей	Едн. изм	Варианты			
		Северный	Жуковский	Еникальский	Тузлинский
Длина мостового перехода	м	10250	5670	6300	11700
Подходы* железнодорожный автодорожный	км км	24/86 49/40	13/94 46/79	5/93 46/89	36/83 38/45
Металл пролетных строений	тыс. тн	160	114	127	183
Железобетон и бетон	тыс. кбм	695	496	550	790
Стоимость строительства: мостовой переход подходы объекты инфраструктуры	млн. $	 943,6 422,0 150,0	 693,1 579,0 150,0	 746,1 570,0 150,0	 1077,08 407,0 150,0
Площадь занимаемых земель	тыс. га	108	116	112	102
Сроки строительства	год	6	6	6	6

* - через дробь приведены данные о протяженности нового строительства подходов и протяженности реконструкции существующих железнодорожных линий и автомобильных дорог.

Приведенные технико-экономические показатели относятся только к области первоначальных инвестиций, что не позволило выполнить полноценное сравнение вариантов по совокупности строительных и эксплуатационных затрат на период жизненного цикла проекта, в связи с чем в выполненной работе был сделан вывод о необходимости дальнейшей проработки на стадии ТЭО (обоснование инвестиций в сегодняшней терминологии). Следует так же учитывать, что полученные результаты оценки размера инвестиций в строительства по всем четырем вариантам имеют довольно близкую сходимость, что так же требует более глубокой проработки для выбора варианта(ов), которые следует принять к дальнейшей проработке на стадии разработки проектной документации как конкурентоспособные.

Безусловно, и на сегодняшний день данный вывод остается правомерным, однако следует учитывать и накопленный за последнее десятилетие опыт проектирования и строительства мостовых переходов в сложных инженерно-геологических, климатических и гидрологических условиях морских проливов и в условиях их трансграничного расположения. В 1999 - 2001 годах по заданию МПС России было выполнено обоснование инвестиций в строительство железнодорожной линии между материком и о. Сахалин с тоннельным (мостовым) переходом пролива Невельского, в 2006 - 2007 годах, по заданию ОАО «РЖД», данная работа была актуализирована с учетом современных тенденций по реализации подобных проектов на принципах государственно-частного партнерства. В период с 2000 по 2004 год был запроектирован и построен мост через залив Чайво на о. Сахалин. В 2005 году был разработан проект строительства совмещенного (автомобильного и железнодорожного) мостового перехода через реку Амур у г. Благовещенска (Российская Федерация) и г. Хэйхе (Китайская Народная Республика). В 2009 году было успешно завершено строительство второй очереди совмещенного мостового перехода через реку Амур у г. Хабаровска и разработан проект строительства третьей очереди. В 2009 году завершено многолетнее строительство совмещенного мостового перехода через Волгу у г. Ульяновска. В 2008 году был разработан вариант совмещенного мостового перехода через реку Лена у г. Якутска, в настоящее время в порядке оптимизации затрат на строительство данного объекта рассматриваются альтернативные технические решения, включая и тоннельный вариант. Начиная с 2008 года реализуются проект строительства автодорожных мостов через пролив Босфор Восточный, соединяющий г. Владивосток с островом Русский и через бухту Золотой Рог в г. Владивостоке. В 2010 году начато строительство низководного автодорожного моста через Амурский Залив между мысом Де-Фриз и п. Седанка. В 2010 году завершена разработка железнодорожного мостового перехода через р. Амур (Хэйлунцзян) в районе н.п. Нижнеленинское Еврейской автономной области (Российская Федерация) и г. Тунцзян провинции Хэйлунцзян (Китайская Народная Республика).

ОАО «Институт Гипростроймост», являясь разработчиком или выполняя одну из ведущих ролей в проектировании выше приведенных проектов, накопил значительный опыт и полагает возможным внести некоторые дополнения в ранее выполненные предпроектные проработки вариантов мостового перехода через Керченский пролив. Предлагается, в частности, при выборе створа мостового перехода через Керченский пролив рассматривать вариант мостового перехода, предусматривающий полное разделение тела опор и пролетных строений в регулярной части моста на очереди (см. Приложения 6,7). Внесение в конструкцию мостового перехода возможности поэтапной реализации позволяют отдалить инвестиционные затраты по мере наращивания потребностей в пропускной способности и тем самым не только повысить окупаемость инвестиций, но и существенно приблизить сроки начала регулярного сухопутного сообщения по мостовому переходу (возможно так же и разделение сроков ввода по видам транспорта).

Вариант мостового перехода, предлагаемый Гипростроймостом, предусматривает сооружение пролетных строений 2х132 под каждый из ж.д. путей и две полосы автомобильного движения в регулярной части моста, и перекрытие судоходного канала пролива пролетом 154+264+154 в двух вариантах: сооружаемого на полное развитие сразу - под два ж.д. пути и четыре полосы автопроезда; сооружаемого по очередям под один ж.д. путь и две полосы движения в каждой очереди. Высота пролетных строений в виде сквозной фермы принята равной 18,0 м на всем протяжении регулярной части моста. Для судоходного пролета в двух вариантах: при сооружении сразу на полное развитие - арка переменной высоты с балкой жесткости в виде фермы высотой так же 18,0 м, аналогичной принятой для пролетов 132 м; при сооружении по очередям строительства - в виде сквозной фермы высотой 18,0 м. Опоры сооружаются из монолитного железобетона на фундаментах из буровых столбов в оболочке из стальных труб диаметром 2,0 м. Данное конструктивное предложение позволяет несколько снизить расход металла. При этом, исключается вариант вантовой системы, как наименее изученный и практически не применяемый для мостов с железнодорожной нагрузкой и, так же, исключается применение конструкции фермы с подкосной системой в надопорных сечениях, сужающее габарит судоходного хода и требующее принятие дополнительных мер по ограничению судоходства для исключения навала судов на конструкции моста.

Изучение весьма сложных условий судоходства в Керченском проливе (длина по фарватеру 48 км), организованного в районе рассматриваемых створов в основном по каналу длиной 24,8 км с глубинами до 7,1 м и шириной 106 м, позволяют сделать вывод о возможности пересмотра габаритов судоходного пролета, принятых ранее равными 250 м по ширине и 64 м по высоте. На предварительной стадии проектирования в 2000 году параметры судоходного габарита были приняты по результатам запросов в управления портов Азово-Черноморского бассейна о перспективных параметрах судов и представляются несколько завышенными, в связи с отсутствием реальных перспектив углубления судоходного канала. Снижение судоходного габарита, и в первую очередь по высоте, безусловно позволит значительно уположить профиль проектируемого мостового перехода, что в свою очередь приведет к снижению высоты опор. С учетом значительной сейсмической нагрузки при наличии слабых грунтов в основании, снижение высоты опор даст весьма значимое снижение в объемах фундаментов и тела опор.

Приведенные выше материалы предпроектных проработок убедительно показывают техническую осуществимость проекта строительства моста через Керченский пролив. В настоящее время, представляется необходимым выполнить оценку перспективной интенсивности движения автомобилей и планируемых размеров грузовых и пассажирских перевозок железнодорожным транспортом для уточнения категории проектируемого объекта на полную перспективу и целесообразности выделения очередей строительства. Весьма важным так же представляется необходимость более детальной проработки технических решений по строительству автомобильных и железнодорожных подходов, от которых весьма существенно будет зависеть окончательное решение по выбору створа строительства моста. После уточнения параметров подходов и сужения количества рассматриваемых вариантов выбора направления трассы и створов моста до двух следует еще раз вернуться к рассмотрению конструктивных решений моста и уточнить объемы и экспертную оценку стоимости строительства. На основании полученных данных возможно рассмотрение организационно - финансовой схемы реализации проекта и последующую разработку документации в объеме Обоснования инвестиций в строительство.

Следует так же подчеркнуть, что трансграничное положение объекта обязывает оформление межправительственного соглашения между Россией и Украиной о намерении участия двух стран в реализации проекта строительства моста и открытии пограничного (автомобильного и железнодорожного) пунктов пропусков. Межправительственное соглашение, кроме деклараций о намерениях реализации проекта, закрепит ответственные (от каждой стороны) за реализацию проекта органы государственного управления, которые, в свою очередь, будут обязаны инициировать издание нормативно-правовых актов по вопросам реализации проекта строительства пограничного мостового перехода.

ИНСТИТУТ ГИПРОСТРОЙМОСТ

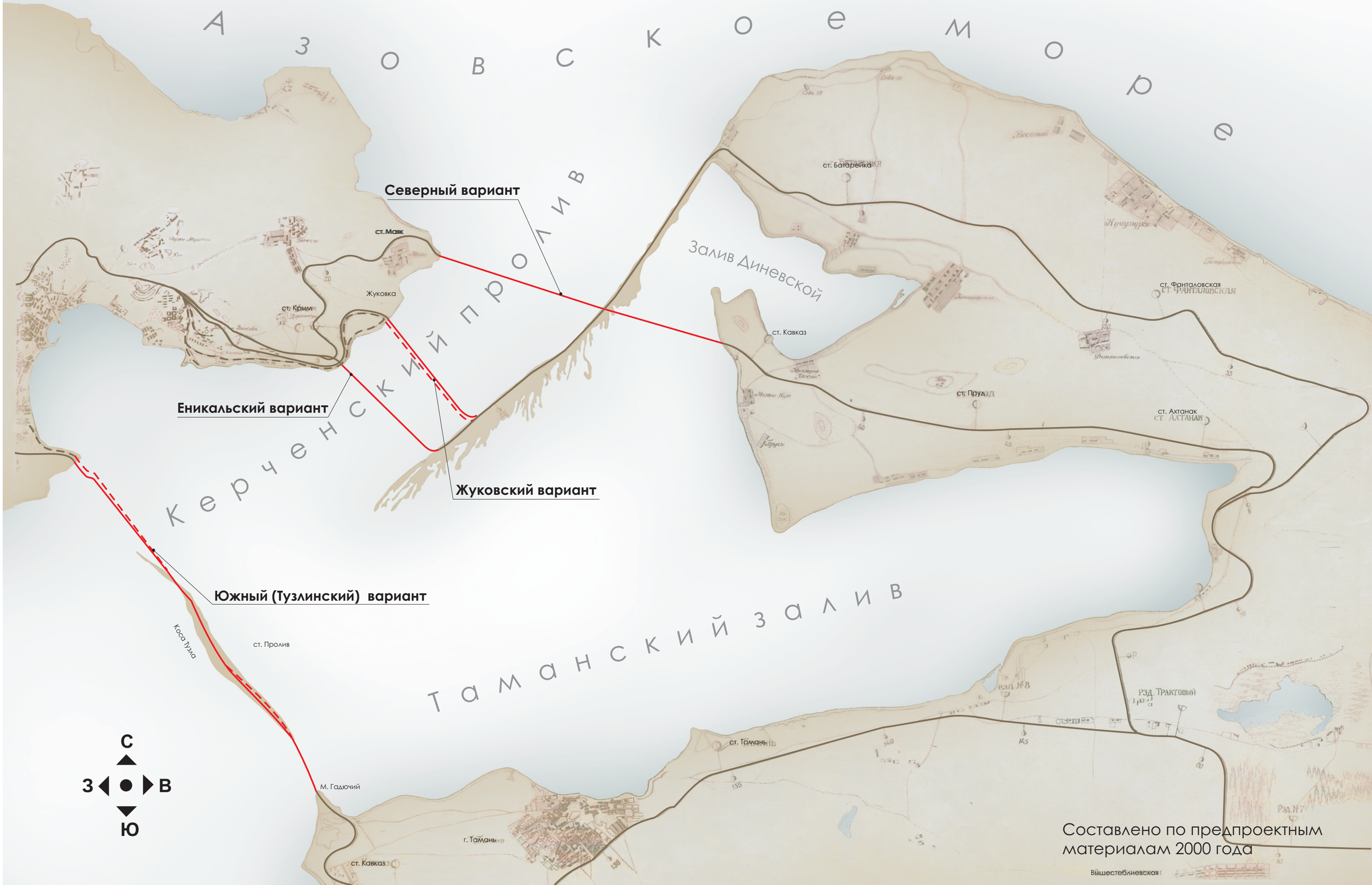
ОСНОВАН В 1945 ГОДУ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Справочные материалы по вопросу проектирования транспортного перехода через Керченский пролив

2010

Приложение 1

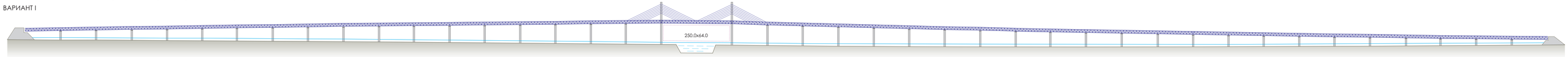
Схема вариантов мостового перехода через Керченский пролив



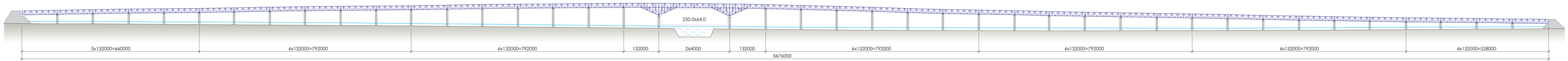
Составлено по предпроектным материалам 2000 года

Схема мостового перехода через Керченский пролив

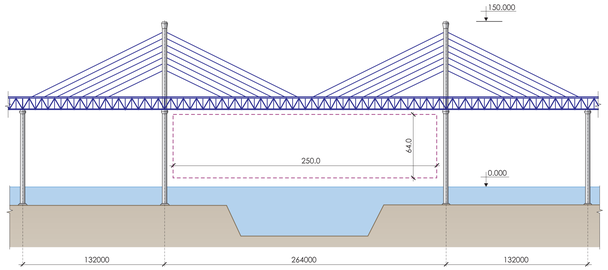
ВАРИАНТ I



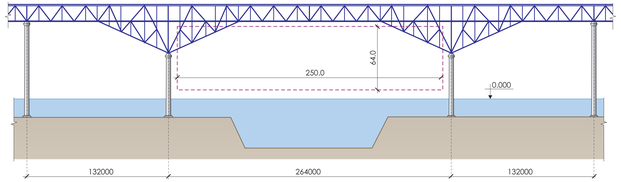
ВАРИАНТ II



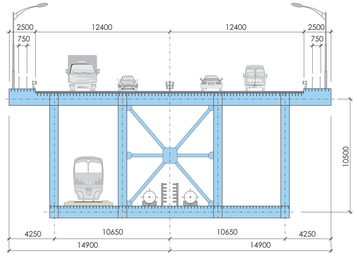
Вариант I. Русловое пролетное строение



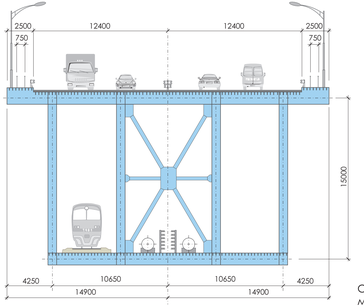
Вариант II. Русловое пролетное строение



Вариант I. Поперечное сечение

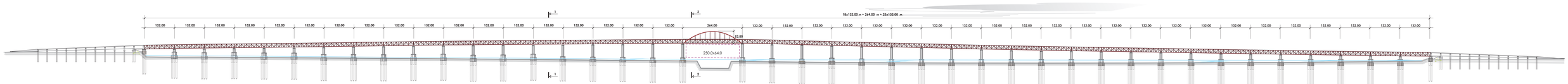


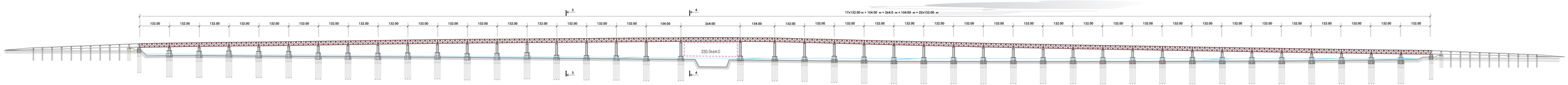
Вариант II. Поперечное сечение



Составлено по предпроектным материалам 2000 года

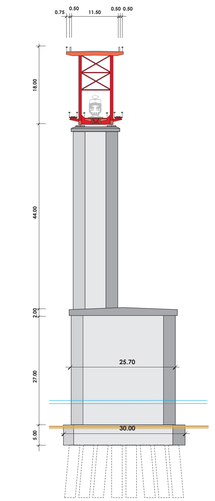
Схема мостового перехода через Керченский пролив



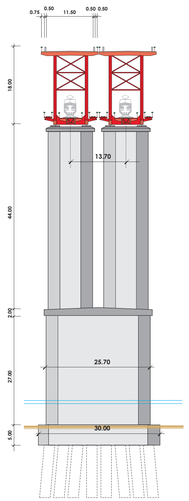


Мостовой переход через Керченский пролив

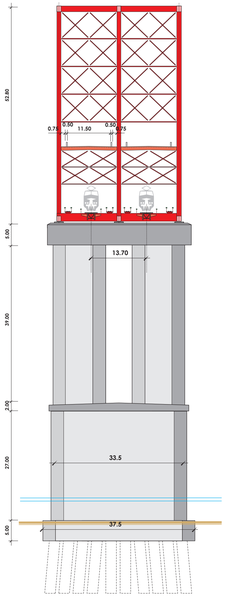
1-1
первая очередь



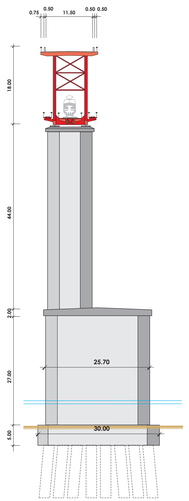
1-1
вторая очередь



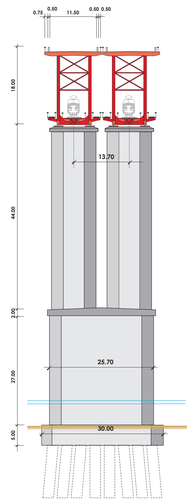
2-2



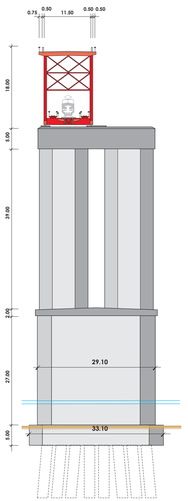
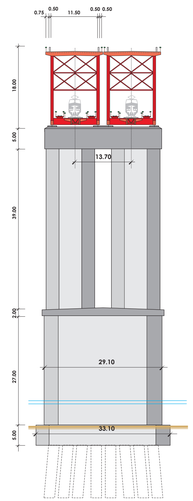
3-3
первая очередь



3-3
вторая очередь



4-4
первая очередь



4-4
вторая очередь