

УДК 624.21

**Галушак Валерий Степанович**

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»  
Камышинский технологический институт (филиал)  
Россия, Волгоградская область, Камышин  
Кандидат технических наук, доцент  
E-Mail: turistu1@mail.ru

**Овчинников Игорь Георгиевич**

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Россия, Пермь  
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Россия, Саратов<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»  
Сочинский филиал  
Россия, Сочи  
Доктор технических наук, профессор  
E-Mail: BridgeSar@mail.ru

**Овчинников Илья Игоревич**

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Россия, Саратов  
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»  
Сочинский филиал  
Россия, Сочи  
Кандидат технических наук, доцент  
E-Mail: BridgeArt@mail.ru

**Пестряков Алексей Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения»  
Россия, г. Екатеринбург  
Доцент/Кандидат технических наук  
E-Mail: pestryakof@yandex.ru

**Бахтиаров Константин Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»  
Камышинский технологический институт (филиал)  
Россия, Волгоградская область, Камышин  
Старший преподаватель  
E-Mail: turistu1@mail.ru

---

<sup>1</sup> 410054, г.Саратов, ул. Политехническая, 77

## Мостовой переход через Керченский пролив (история, реальность, будущее)

**Аннотация.** В статье приведены основные характеристики Керченского пролива, в том числе природно-климатические условия в проливе, отмечены значительные сложности в функционировании паромной переправы из-за штормов в осенне-зимний период, приведены геологические данные в проливе, указано на глубокое, до шестидесяти метров, залегание коренных пород. Прослежена история создания мостов через Керченский пролив, в частности, указано, что в 1944 году в течение 198 дней через Керченский пролив был построен однопутный железнодорожный мост, по которому проследовало до 50 пар поездов, сообщены ранее не известные сведения по проектированию совмещенного автомобильно-железнодорожного моста проекта 1993-95 годов, в котором участвовали французские и английские мостостроительные фирмы. Подробно рассмотрено современное состояние транспортного сообщения Крыма с материковой частью, указано на недостаточность сообщения только через паромную переправу, предложен к строительству временный железнодорожный мост с технологической эстакадой на верхнем ярусе балок, в которой уложены высоковольтные кабели связи энергосистемы Крыма и Кубани. Это позволяет полностью решить проблему железнодорожного сообщения полуострова с материком, обеспечить надёжное электроснабжение Крыма и в несколько раз улучшить легковое автомобильное движение из материковой части на полуостров и обратно. С вводом в эксплуатацию сражаемого в Тузлинском створе основного совмещённого моста, временный мостовой переход предложено перевести в режим эстакады технологических коммуникаций, для чего один железнодорожный путь демонтируется и вместо него прокладывается водяной дюкер.

**Ключевые слова:** Керченский пролив; мостовой переход; проект моста; железнодорожные пути; автотранспорт; электроснабжение; эстакада технологических коммуникаций.

## Страницы истории

Керченский пролив является естественной природной преградой на сухопутном пути из Европы на Кавказ, страны Персидского залива и даже в Индию. Ещё издревле, Великий Шёлковый путь, проходящий в этих краях, сталкивался с проблемой преодоления узкого морского перешейка между Чёрным и Азовским морями. Длина Керченского пролива 43 км по прямой и 48 км по фарватеру. Максимальная ширина 42 км, минимальная в районе порт Крым — порт Кавказ 3,7 км(рис.1).



**Рис. 1.** Керченский пролив (спутниковая карта)

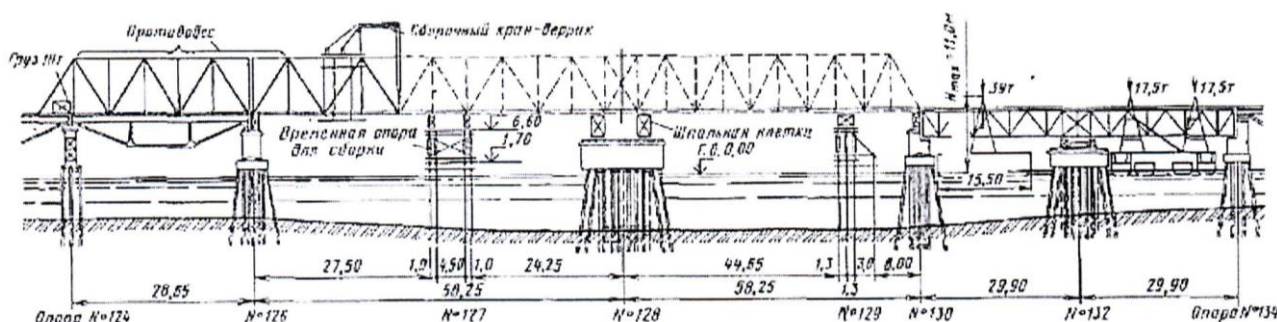
Первое упоминание о работах по преодолению этой водной преграды относится к 1851 году, со времени которого в Эрмитаже хранится найденный в 1792 году на берегу пролива Тмутараканский камень, на котором написано: «В лето 6576, индикта 6, Глеб князь мерил море по льду от Тмутороканя до Кърчева (Керчи авт.) 10000 и 4000 сажен». Т. е. в 1068 г. по распоряжению Глеба Святославовича, князя Тмутараканского, была измерена ширина Керченского пролива. Расстояние измерялось по льду, причем ширина пролива оказалась равной 14 000 сажен [1].

В 1901 году английское правительство, проложив по дну Керченского пролива телефонный кабель Англия-Индия, рассматривало проект строительства моста через Керченский пролив для железнодорожной магистрали беспрецедентной протяжённости Лондон-Дели. В 1903 году царь Николай II дал задание лучшим русским инженерам разработать проект такого моста.

В 30-е годы прошлого столетия, в период индустриализации великой страны новый проект получил реальное воплощение. На крупновских заводах в Германии был размещён заказ на металлоконструкции Керченского моста, который должен был стать составной частью железнодорожной магистрали Херсон-Джанкой -Керчь-Новороссийск-Поти. Когда немцы в 1942 году захватили Крым, было решено продолжить работы уже по новому, немецкому, проекту, используя изготовленные в Германии металлоконструкции. Подготовительные работы были начаты ранней весной 1943 года, для чего на керченское побережье пролива были доставлены из Германии детали моста общей протяжённостью надводной части 3,5 км.

После освобождения Крыма, Постановлением Госкомитета обороны СССР № 5027 от 25.01.1944 была поставлена задача построить секретный объект «К-2»- железнодорожный мост через Керченский пролив в кратчайшие сроки. Работы были начаты 24 апреля 1944 года[2].

Это был временный однопутный железнодорожный мост по схеме 115 пролётов по 27,1 м, и два судоводных полёта по 55 м, с поворачивающейся фермой, с опорами по 30м на составных сваях (рис.2).



*Рис. 2. Временный железнодорожный мост через Керченский пролив, 1944г.*

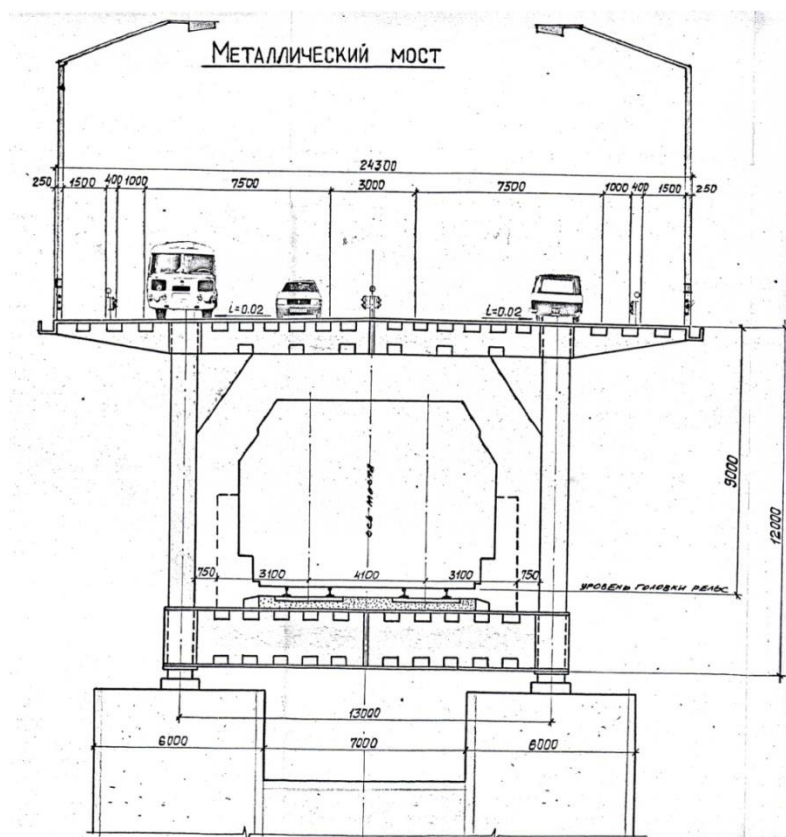
7 ноября 1944 года объект «К-2» вступил в строй. По железнодорожному мосту через керченский пролив прошли первые составы цистерн с горючим. Таким образом, мост был построен за 198 дней. Всего по нему проследовало около 50-ти пар поездов.

Зима 1944-45 годов выдалась суровая, в Азовском море образовались мощные торосистые ледяные поля, которые под действием ветра и весеннего паводка пришли в движение. Около четырёх часов утра 18 февраля 1945 года под напором штормового ветра и мощных льдов, рухнули четыре пролёта моста. Днём, под разгулом стихии, упали ещё десять. Мост восстановлению не подлежал и позже был демонтирован.

В конце 40-х, начале 50-х годов прошлого века было начато строительство нового моста. Со стороны косы Чушка была возведена гигантская опора, которая вскоре дала крен и стройку заморозили. Остатки этой опоры сохранились до наших дней вблизи порта «Кавказ».

Однако позже по приказу главкома «Азчерыба» институт «Гидропроект» им. С.Я.Жука выполнил проект Керченского гидроузла, который представлял собой дамбу, перекрывающую Керченский пролив с судоводным пролётом. Работы основывались на мощных инженерно-геологических изысканиях в проливе, давших полное представление о состоянии грунтов в Жуковском створе, где предполагалось строить дамбу.

После развала Советского Союза и парада суверенитетов, Крым, вопреки мнению населения, отошёл к Украине. Исходя из чаяний народов Крыма, в нем была провозглашена Республика Крым как самостоятельное государство. Жителями Крыма был избран Президент РК Ю. Мешков, по заданию которого были начаты работы по проектированию и последующему строительству мостового перехода через Керченский пролив[3]. Проект 1993 года представлял собой двухуровневый совмещённый железнодорожно-автомобильный мост, основная часть которого длиной 5280 м выполнена по схеме 24x220 м из трёхпролётных неразрезных ферм 3x220м. Проезжая часть автопроезда (в верхнем ярусе моста) и железнодорожного транспорта (в нижнем ярусе) выполнены в виде ортотропных плит, включённых в работу с соответствующими поясами главных ферм. Ширина моста поверху 24,3м с габаритом автодорожной части моста Г-(8,5+3,0+8,5). Ширина полос безопасности 1,0 м; ширина тротуаров 2x1,5 м (рис.3).



*Рис. 3. Разрез моста через Керченский пролив проекта 1993-95г.*

Стоимость строительства оценивалась в \$ 400 млн. В качестве основного подрядчика в работе принимала участие французская фирма BOUYGUES, построившая комплекс тоннелей протяжённостью 36 км под морским проливом Ламанш, соединивших Францию и Великобританию надёжным сухопутным сообщением [4]. Правительство РК провело ряд рабочих совещаний с проектировщиками и подрядчиком, на которых BOUYGUES, в частности, предложил два проекта тоннеля под Керченским проливом, и три проекта моста своей конструктивной схемы (рис.4).

Однако стремление народов Крыма иметь тесные связи с Россией не устраивало Украину и вскоре Президент Ю.Мешков был блокирован в здании Верховного совета РК, где находился длительное время, заболел и в тяжёлом состоянии был вывезен в Россию. Украина своими законодательными актами уничтожила Республику Крым, преобразовав её в чужую автономию, проект моста через Керченский пролив был признан вредоносным, а его создатели подверглись гонениям.



*Рис. 4. Конструкция и технология строительства моста через Керченский пролив, предложенная BOUYGUES в 1993 г.*

#### **Состояние транспортного сообщения через Керченский пролив в наше время**

В настоящее время транспортное сообщение через Керченский пролив осуществляется с помощью паромной переправы, имеющей более чем 60-летнюю историю и располагающей грузопассажирскими и железнодорожными паромами. Через переправу проходит автодорога Е 97 (М25 в Краснодарском крае и М-17 в Крыму). При благоприятной погоде ежедневно паромы могут совершать до 83 рейсов, перевозя до 4,2 тыс. автомобилей и 20 тыс. пассажиров, в том числе до 4,2 тыс. по «единому билету». Переправа имеет причалы со стороны косы Чушка – порт «Кавказ» и со стороны Керченского полуострова – порт «Крым» (рис.5,6).



*Рис. 5. Порт «Крым»*



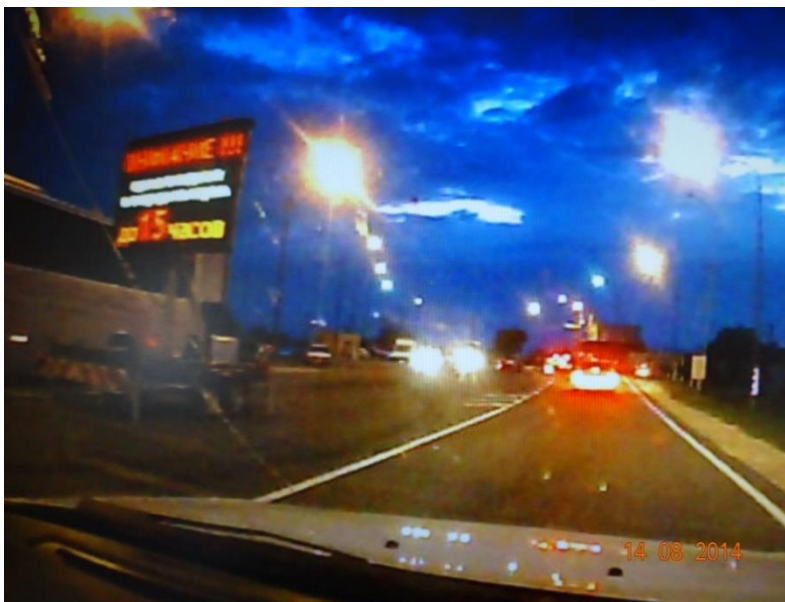
*Рис. 6. Порт «Кавказ»*

В работе находятся два крупных греческих парома «Олимпия» и «Эос» на 150 легковых автомобилей и 600 пассажиров каждый, и 7 отечественных паромов на 40 автомобилей и 150 пассажиров каждый и железнодорожный паром (рис.7).



*Рис. 7. Паром проходит Керченский пролив за 17 минут*

Время движения парома через пролив составляет 17 минут, в то время как ожидание погрузки на паром составляет десятки часов (рис.8).



*Рис. 8. Электронное информационное табло, о времени ожидания парома установленное за 12 км до переправы*

Тем не менее, как показал сезон 2014 года паромная переправа не в состоянии обеспечить должное транспортное сообщение между материковой Россией и полуостровом Крым. Так движение автобусов через Керченскую паромную переправу было запрещено с 20 августа по 5 сентября 2014 г. До этого, с 15 августа, движение было ограничено. Это было сделано для того, чтобы уменьшить очереди из легкового автотранспорта россиян, возвращающихся с отдыха. Ограничения не касались автобусов с организованными группами детей.



*Рис. 9-10. Выгрузка автомобилей с парома в порту «Крым» и накопительный терминал в порту «Крым» для автомобилей, ждущих паром в порт «Кавказ»*

С 15 августа 2014 г. все перевозчики на регулярных рейсах, уже продавшие билеты, работали на паритетной основе с российскими партнерами. Крымские перевозчики осуществляли доставку до Керчи, потом пассажиры переправлялись на пароме самостоятельно, где уже российский перевозчик продолжал перевозку по рейсу до определенного субъекта РФ по расписанию. Перевозчики обязаны были обратиться в Росавтотранс для согласования своих

маршрутов. Кроме того, с 15 августа до 5 сентября весь малотоннажный грузовой транспорт был переориентирован на грузовую переправу Новороссийск - Феодосия с сохранением тарифной ставки. Эти решения были приняты Минтрансом РФ, Росавтотрансом и Минтрансом Крыма. Ожидание в очереди на Керченскую переправу со стороны Крыма составляло около 7-8 часов (рис.9,10), со стороны Краснодарского края 25-30 часов (рис.11,12).



*Рис. 11-12. Въезд в порт «Кавказ» и погрузка автомобилей на паром*

В связи с этим было принято решение о сокращении до минимума железнодорожных перевозок через пролив, чтобы задействовать железнодорожные паромы для перевозки автотранспортных средств и пассажиров.

Не способствуют разрешению ситуации и географические особенности. В отличие от порта «Кавказ», где рядом нет крупных населенных пунктов, порт «Крым» находится лишь в нескольких километрах от Керчи, а трасса, связывающая переправу и весь полуостров, проходит через весь город. Уже в четверг 14 августа 2014 года в районе переправы возник рекордный затор длиной почти 12 километров, хвост которого к ночи достиг почти самого центра Керчи. Около 22:00 в четверг сотрудники переправы досрочно открыли одну из площадок в транспортном накопителе, хоть немного улучшив ситуацию. В общей сложности там до утра были вынуждены простоять около 1000 автомобилей. Возникают проблемы и с льготными категориями граждан. Многие жалуются, что под видом льготников на паром пытаются проскочить и обычные отдыхающие. В итоге конфликты стали частым явлением, а люди в очереди стали живым щитом и стали лично проверять документы у льготников. По данным АНО «Единая Транспортная дирекция» в сентябре 2014 года в порту «Кавказ» своей очереди на паром ежедневно ожидали порядка 820 автомобилей, в порту «Крым» - 2350 машин. Тем временем табло со стороны Керчи показывает, что ожидание может продлиться до 40 часов. Как считают в «Единой Транспортной дирекции», такая ситуация может продлиться несколько месяцев[5]. Средняя пропускная способность Керченской паромной переправы составляет 100 автомобилей в час, в то время как потребность составляет 2000 автомобилей в час – цифры абсолютно несоизмеримы.

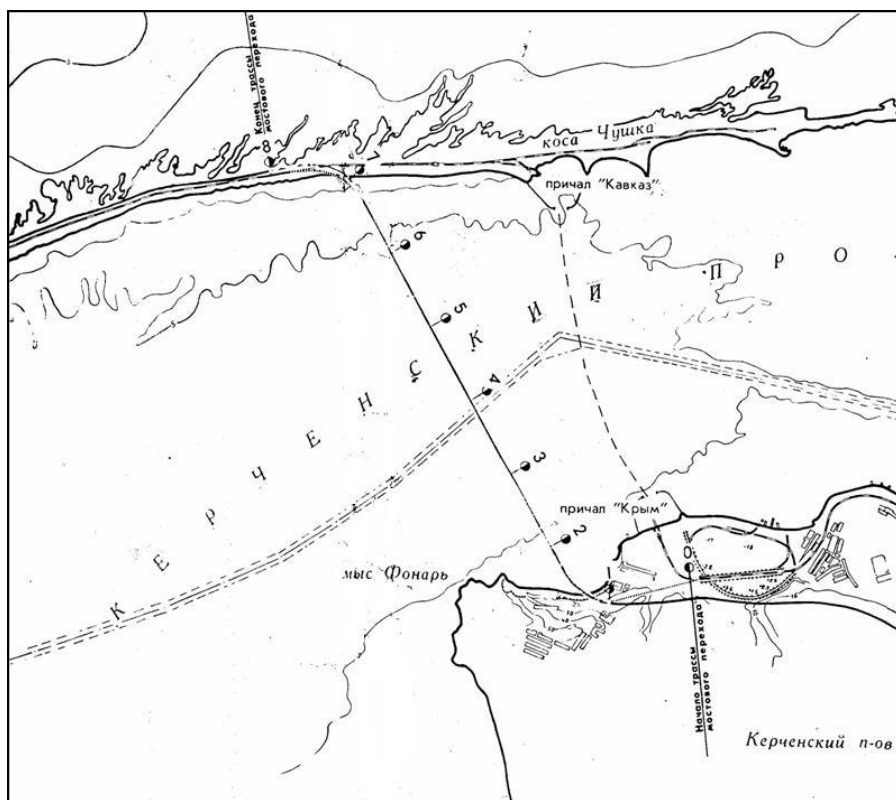
Таким образом, актуальнейшей задачей для российского государства является ускоренное строительство мостового перехода через Керченский пролив.

Поэтому своими распорядительными документами Правительство Российской Федерации определило заказчиком выполнения инженерных изысканий и разработки ТЭО транспортного перехода через Керченский пролив ОАО «ТПКП», учреждённое Государственной компанией «Российские автомобильные дороги». Рассматривается ряд

проектов, основным из которых является двухпутный четырёхполосный совмещённый автомобильно - железнодорожный мост. Такой мост позволит практически полностью решить проблему сухопутного транспортного сообщения Крыма с материком. Серьёзнейшим недостатком этого проекта является его большой срок строительства (4 года) и огромная стоимость (283 млрд. руб.) [6], которая значительно больше стоимости проекта мостового перехода через Керченский пролив 1993 года при схожей конструкции [7]. Кроме того, по нашему мнению, в целях надёжного транспортного сообщения при любых природных явлениях и политических событиях Крым должен быть связан с материком не одним, а несколькими мостами и тоннелями.

### Предлагаемый вариант мостового перехода

Одним из путей решения этой проблемы является ускоренное строительство временного железнодорожного моста с технологической эстакадой по верхнему ярусу балок в Жуковском створе Керченского пролива. Предлагаемый к строительству участок створа расположен между деревнями Жуковка на Крымском берегу пролива и косой Чушка севернее порта Кавказ на Таманском берегу пролива (рис. 13).



*Рис. 13. Створ проектируемого моста (Жуковский)*

Одной из характерных особенностей геологического строения данного участка является высокое залегание кровли коренных пород вблизи Крымского берега пролива. В результате абразии существовавшего здесь ранее мыса сформировалась абразивная терраса, выступающая в сторону пролива на расстояние до 2,2 км и протягивающаяся вдоль берега более чем на 3 км. В её пределах кровля коренных отложений, покрытых относительно маломощным (0,5-6 м) чехлом ракушечников и илов текучей консистенции, залегает на отметках от -5 до -12 м.

Это единственный участок в пределах Керченского пролива даёт наиболее благоприятные условия для размещения опор мостового сооружения на относительно плотном

основании, сложенном глинистыми породами сарматского яруса миоцена, находящимся в коренном залегании. Кроме того, в 80-тые годы прошлого столетия институтом «Гидропроект» им. С.Я.Жука в этом створе велись многолетние изыскательские работы, пробурено более 2200 скважин, давших исчерпывающе полные данные о состоянии грунтов в этом створе. И только этот створ позволяет построить наиболее короткий мостовой переход.

Гидрологические условия района створа определяются наличием как грунтовых, так и напорных подземных вод. Подземные воды в Керченском проливе и на косе Чушка заключены в морских новочерноморских отложениях. Напорные подземные воды образуют несколько водоносных горизонтов в четвертичных (позднеплейстоценовых) и неогеновых (преимущественно сарматских) отложениях и имеют локальное распространение. Преимущественно глинистый состав неогеновых отложений обусловил незначительную мощность водоносных горизонтов в них. Безнапорные подземные воды заключены в морских древне- и новочерноморских отложениях, залегающих под дном Керченского пролива и слагающих косу Чушка. Водоносными являются галечники, пески и ракушечники. Питание водоносного горизонта осуществляется, в основном, за счёт инфильтрации морских вод. Минерализация морской воды в проливе подвержена изменениям.

В силу специфики положения керченского пролива по нему идут морские течения как из Азовского моря в Чёрное, так и на оборот. Химический состав морских вод хлоридно - натриевый.

Подземные воды водоносных горизонтов в проливе и на полуострове, а также морские воды в проливе, обладают сульфатной, иногда магниальной агрессивностью к портландцементу и шлакопортландцементу.

Для климатической характеристики района Керченского пролива характерны относительно влажная зима и тёплое, достаточно влажное лето. Среднегодовая температура воздуха изменяется в пределах 10,4-11,0 °С. Амплитуда средних месячных температур не превышает 25°С. Самым тёплым месяцем является июль, средняя температура которого 23-24°С. Абсолютный максимум температуры достигал +39°С. Самыми холодными месяцами являются январь и февраль со средней температурой от -0,8 до -1,5°С. Абсолютный минимум температур достигал -27°С. Длительность безморозного периода в Керченском проливе в среднем более 200 дней, а в тёплые годы увеличивается до 250 дней. Морозный период характеризуется частыми оттепелями.

Среднегодовая относительная влажность в Керченском проливе равняется 78%. Наибольшие значения (86-88%) средней относительной влажности в проливе, как и по всему Азовскому морю, наблюдается зимой, наименьшие (67-70%) – в июле и августе. При суточном ходе максимум отмечается в утренние часы и минимум после полудня. Среднегодовое количество осадков в Керченском проливе около 435 мм. Ливни бывают редко, в основном в тёплое время года с апреля по октябрь. Выпадение снега наблюдается обычно с конца декабря по середину марта. Снежный покров неустойчив, сохраняется не более 25-35 дней за зиму и во время оттепелей исчезает. В Керченском проливе наблюдается туман, в среднем 35-45 случаев в год, продолжительностью не более 19 часов. Туманы наблюдаются преимущественно в холодный период года (ноябрь-апрель) и в большинстве случаев возникают ночью и утром.

Гололёд и изморозь наблюдаются сравнительно редко, в среднем за год бывает от 4 до 8 дней с гололёдом и от 2 до 5 дней с изморозью.

Лёд в проливе появляется ежегодно, но в разные годы ледовая обстановка складывается по-разному. Местный лёд образуется лишь в бухтах и вдоль берегов пролива в виде полосы припая. В основном лёд в пролив приносится из Азовского моря северо-восточными ветрами. Льдообразование в Азовском море начинается в среднем в конце ноября, в начале декабря с

Таганрогского залива, откуда узкой полосой распространяется вдольбережья в западном и южном направлениях, достигая к концу декабря Керченского пролива. В некоторые суровые зимы Азовское море замерзает полностью. Толщина ледового покрова нередко достигает 0,7-0,9 м. В умеренные зимы центральная часть моря покрывается дрейфующим льдом средней толщиной 0,15-0,25 м. В марте начинается процесс таяния льда, а к концу марта южная и центральная части Азовского моря, как правило, уже очищаются от льда.

Скорость дрейфа льдов в проливе в Жуковском створе мостового перехода (преимущественно к югу и юго-западу) составляет 0,8-1,8 км/час. Ледяные поля, приносимые из Азовского моря, большей частью бывают торосистыми и имеют толщину 1-2 м. Размеры ледяных полей нередко достигают 2х3 и 2х5 км. В наиболее суровые зимы плавучие льды, как правило, торосистые, идут по проливу из Азовского моря сплошной массой; иногда они сидят очень глубоко, до самого дна пролива. Ледяные навалы наблюдаются у ограждающих дамб портов Крым и Кавказ. В суровые зимы северная часть Керченского пролива, как правило, покрывается сплошным неподвижным льдом толщиной 0,44-0,70 м. Продолжительность ледостава от 3 до 73 суток.

Ветровой режим в районе Керченского пролива характеризуется преобладанием в течение почти всего года ветров северо-восточного направления. Большой повторяемостью отличаются и ветры северного и северо-западного направлений, которые в отдельные месяцы на западе пролива преобладают над восточными и северо-западными. Среднегодовая скорость ветра над Керченским проливом по многолетним наблюдениям метеостанций, расположенных по берегам пролива, колеблется в пределах 4-6 м/сек. Наибольшей скоростью в течение года обладают северо-восточные и восточные ветры, нередко их скорость достигает 28 м/сек. Максимальная скорость ветра на побережье пролива, превышавшая 40 м/сек, была зарегистрирована в Керчи в сентябре 1956 года при северном ветре. В приливе в осенне-зимний период часто повторяются шторма, делающие невозможным работу Керченской паромной переправы. Наиболее разрушительный шторм последних лет произошёл 11-12 ноября 2007 года [8]. Сила ветра к утру 11 ноября достигала в Керчи 27 - 32 м/с, на Азовском море в районе порта Кавказ высота волны в это время составляла 4 м. За последние 50 лет волны максимальной высоты 2 м в северной части Керченского пролива наблюдались всего девять раз (шесть раз в апреле, два раза в июне и один раз в июле) и только при ветрах северной четверти. Повторяемость ветров южной четверти в северо-восточной части моря составляет 12%, но по скорости они никогда не превышали 15 - 17 м/с. За всю историю инструментальных наблюдений, с 1936 года, двухметровых и тем более четырёхметровых волн при таких ветрах не регистрировалось ни разу. В течение всего года, за исключением марта, в проливе преобладает волнение высотой 0,7 - 1 м и ниже. В результате штормового ветра (до 32 м/с) и сильного волнения моря (6-7 баллов) 12 ноября 2007 года в Керченском проливе затонули четыре судна (сухогрузы «Вольногорск», «Нахичевань», «Ковель», «Хачь Измаил» - Грузия); сорваны с якорей и сели на мель шесть судов (сухогрузы «Вера Волошинская» (Украина), «Зияя Кос» (Турция), «Капитан Измаил» (Турция), баржи «Дика», «Диметра», плавкран «Севастополец»); получили повреждения два танкера («Волгонефть-139», «Волгонефть-123»). Нефтеналивное судно «Волгонефть-139» типа река-море, перевозившее мазут, в 04.50 московского времени 11 ноября 2007 года разломилось в районе якорной стоянки с южной стороны острова Тузла. Заякоренная носовая часть танкера после аварии осталась на месте, а корму под действием ветра и течений отнесло к острову Тузла и выбросило на мель. В результате перелома танкера, перевозившего 4777 т мазута, произошёл розлив около 1300 - 1600 т нефтепродуктов. К несчастью, не всех моряков экипажей затонувших судов удалось спасти.

Таким образом, Керченская паромная переправа, может служить только вспомогательным транспортным путём в благоприятное для судоходства время года, поэтому необходимо срочное создание сухопутного сообщения Крыма с материковой Россией.

Концепция конструктивной схемы мостового перехода должна создаваться с учетом следующих основных условий:

1. Мостовой переход должен быть построен за 12-14 месяцев;
2. Должно быть полностью снято ограничение на железнодорожное сообщение между материковой частью России и Крымским полуостровом;
3. Должна быть полностью решена проблема электроснабжения Крыма от электросетей Кубани с объёмом передаваемой мощности около 1000 МВт;
4. Должно быть обеспечено автомобильное движение легкового транспорта в летние месяцы интенсивностью не менее 500 легковых автомобилей в час.

Исходя из указанных условий предлагается следующая конструктивная схема временного мостового перехода: двухъярусный двухпутный железнодорожный мост с технологической эстакадой на верхнем ярусе балок моста. При этом движение железнодорожных составов осуществляется в нижнем ярусе в обоих направлениях одновременно, а движение легкового транспорта (и малого грузового транспорта грузоподъёмностью до 3,5 т) осуществляется в верхнем ярусе по реверсивной полосе одностороннего движения (рис 14). Дело в том, что движение легкового транспорта в сторону Крыма строго реверсивное практически весь летний сезон. Поэтому, первую половину сезона основной поток легковых автомобилей с отдыхающими движется из Кубани в Крым, что вызывает ожидание очереди на паром в порту «Кавказ» от 20 до 40 часов, в это же время, из Крыма на Кубань время ожидания парома всего 20-30 минут и паромная переправа полностью обеспечивает этот транспортный поток. Для временного мостового перехода реверсивная схема движения легкового автотранспорта является приемлемой. Во второй половине сезона картина обратная: время ожидания парома на Кубань в порту Крым составляет 20 - 30 часов, а со стороны Кубани втрое меньше. При наличии на мосту реверсивной полосы движения управлять реверсом транспортного потока можно по фактически накапливающимся легковым автомобилям. Профиль моста представлен на рис. 15.

Мост представляет собой неразрезное пролетное строение по схеме 48 x 110 м. протяженность основного моста 5768 м. Без подходных эстакад длина моста составляет 5280 м. Вес 110 метрового пролетного строения принят 545 т по аналогам (ферма 109 м Проектстальконструкция 1945 г). Пролетное строение представляет собой неразрезную ферму высотой 9 метров. Мост совмещенный, двухъярусный. Нижняя часть предназначена для пропуска двух путей ж/д транспорта. Верхняя секция предназначена для пропуска двух полос а/д транспорта. До середины моста идет подъем с уклоном 25 промиллей (подъем на 50 м). Подмостовой габарит ширина – 100 м, высота 60 м. На обеих сторонах моста устраивается эстакадная часть для выхода на второй уровень автомобильного транспорта. В верхней части имеются коммуникационные тоннели для пропуска силовых кабелей. Опоры монолитные, переменной высоты. Фундамент на буронабивных сваях диаметром 1 метр и глубиной 15 метров.

Нормативы трудозатрат приняты по «Справочнику офицера-мостовика железнодорожных войск» 1963 г.

Расчет стоимости проводился для основного моста. Без учета инфраструктуры и подходов. Также не учтено устройство ВЗиС.

Расчет стоимости моста без эстакадной части, подходных насыпей, и инженерного оборудования по укрупненным показателям проводился двумя способами

1. Из расчета суммарных трудозатрат на основные конструкции

(Рекомендации по разработке календарных планов и стройгенпланов ОАО ПКТИпромстрой 01.01.2008 г.

Интервал цен 960-3800 руб в смену в ценах 2001 года. Усреднено принимаем 1636 руб ч/д с средним индексом к ТЭР-2001 = 5,5 годовая выработка на одного работника 3325000. По укрупненным показателям 791 052 ч/дней при выработки на один ч/д в размере 9000 руб. С учетом 50 % прочих работ 7 119 468 000 руб)

2. Из расчета стоимости работ

Изготовление пролетных строений 48шт x 545т = 26160 т (30000 руб/т) – 784 800 000 руб.

(<http://www.smu-8.su/price-montazh-metallokonstruktsiy/>)

Стоимость металло конструкций 48шт x 545 т (50000 руб/т) – 1 308 000 000 руб

(<http://metal-masters.ru/>)

Стоимость буронабивных свай 17662 м3 (50000 руб/м3) – 883 100 000 руб

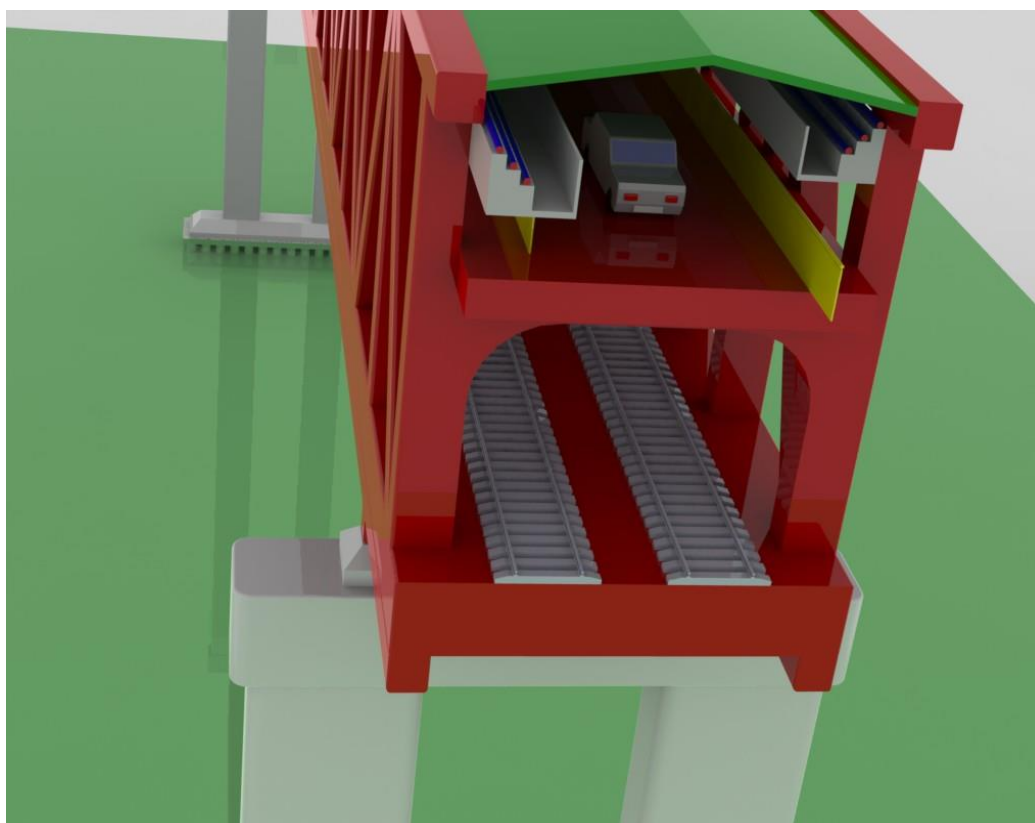
(по фактическим сметам)

Тело опоры 80000 м3 (25000 руб/м3) – 2 000 000 000,00

(по фактическим сметам)

С учетом 50 % прочих работ 7 063 850 000 руб.

Т.е. в результате подсчета стоимости основного моста разными методами вышла практически одинаковая стоимость работ.



*Рис. 14. Макет пролетного строения временного моста через Керченский пролив*

Предлагаемая конструкция мостового перехода в отличие от других проектов, позволяет решить и вторую важнейшую для Крыма проблему - обеспечение надёжного электроснабжения полуострова от электросетей континентальной России. Для этого в верхней части технологической эстакады с обеих сторон размещаются кабельные каналы под силовой кабель номинальным напряжением 330кВ (рис. 16) .

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) изд.7 п.п. 2.5.273-275) при обоснованной необходимости разрешается прокладка силовых линий электропередачи по мостам, выполненным из негорючих материалов. Две кабельные линии 330 кВ, позволяют провести в Крым 1200 МВт мощности от сетей 330 кВ Кубани без дополнительного строительства опорных подстанций, как со стороны Крымского берега, так и со стороны Таманского полуострова. А это позволит решить проблему электроснабжения Крыма в кратчайшие сроки. Стоимость сооружения 2-х кабельных линий 330 кВ протяжённостью 6 км каждая оценивается в 5 миллиардов рублей.

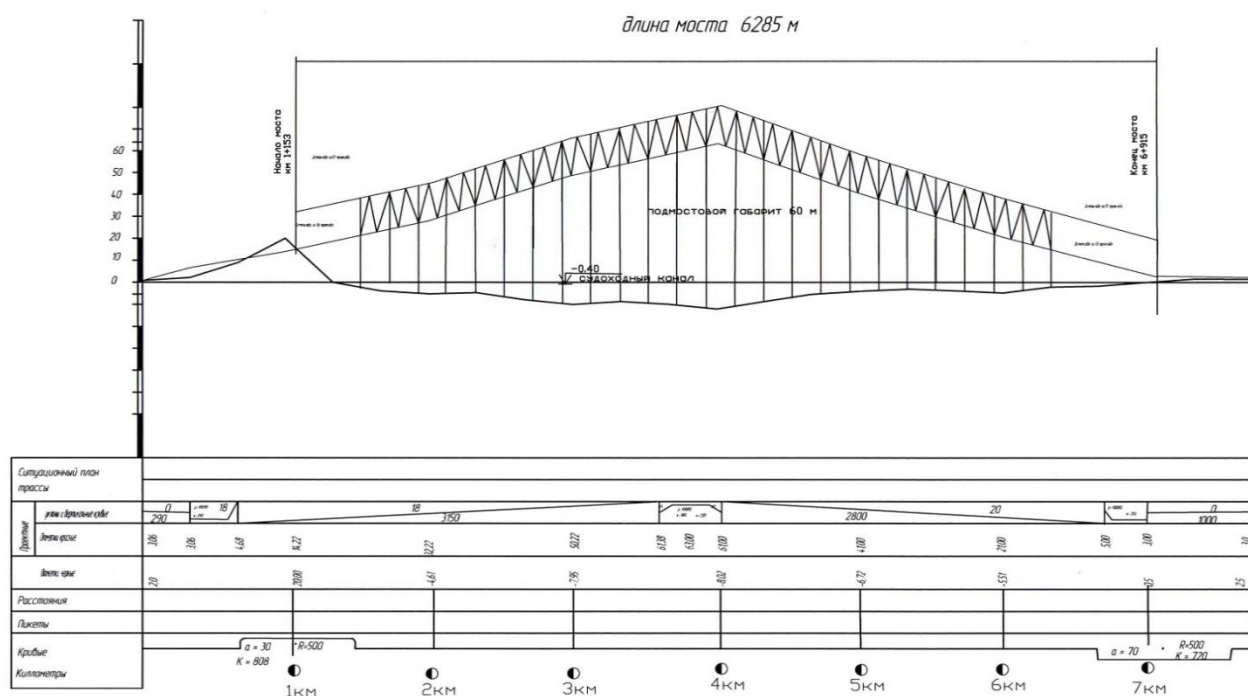


Рис. 15. Продольный профиль разрабатываемого проекта моста



*Рис. 16. Конструкция кабеля и кабельная линия 330 кВ, проложенная в каналах*

### **Предложения по организации транспорта электроэнергии по мосту**

В данном разделе представлены основные инженерные решения по транспорту электроэнергии с сетей ОАО «Кубаньэнерго» на территорию Крыма по мосту через Керченский пролив.

В рамках проекта строительства моста предлагается по каналам, заложенным в конструкции моста, прокладывать двухцепную кабельную линию 330 кВ.

Для прокладки принят однофазный кабель 330 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена смедной жилой сечением  $800 \text{ мм}^2$ , диаметром жилы 34,7 мм, весом 15 кг/м, экранированный Cu/Al проволокой с наружной оболочкой из полиэтилена высокой плотности AL-CWSLAE-W (LScableLeadingSolution). Выбор сечения кабеля выполнен из условия передачи по кабельной двухцепной линии мощности 1200 МВт.

Протяженность трассы КЛ 330 кВ «Жуковская» по мосту составляет 7000 м. Фазы прокладываются раздельно, каждая фаза в своей нитке кабеля. Всего будет проложено 6 кабелей по 7 км каждый.

В зависимости от условий прохождения трассы предусмотрены следующие типы прокладки кабелей:

- в канале (по конструкциям моста);
- в железобетонных лотках в земле (на подходах к мосту с обоих берегов).

Расположение кабелей по трассе принято горизонтально.

### Предварительный выбор сечения кабеля 330 кВ

Продолжительность работы кабеля в режиме перегрузки, в соответствии с требованиями АЕИСС9-2006, не более 216 часов, в случае любого одноразового послеаварийного режима, не более накопленных 216 часов режима послеаварийной работы в течение года, в среднем не более 72 часов режима послеаварийной работы в год в течение расчетного срока эксплуатации кабельной системы.

Сечение кабеля выбирается для режима перегрузки, а именно - послеаварийного режима работы при отключенной одной из двух цепей линии 330 кВ. В послеаварийном режиме по одной цепи передается половинная мощность 600 МВА, чему соответствует максимальный ток 1050 А.

Выбор сечения кабеля выполнен для длительного тока 1050 А.

Расчет номинального тока кабельных линий выполнен в соответствии с МЭК 60287. Так как длительно допустимый ток зависит от условий прокладки кабеля, то проверка выбранного сечения была проведена для условий его прокладки.

Способ прокладки - кабельный канал:

- вид прокладки - плоская ( $S=2d$ ), где  $S$  – расстояние между кабелями,  $d$  – диаметр кабеля;
- поправочный коэффициент для температуры окружающей среды:  $K_{ок.ср.}=1,1$  ( $20^{\circ}C$ ).

Суммарный коэффициент, учитывающий особенности прокладки:

$$K_{прокл} = K_{ок.ср.}=1,1.$$

По данным производителей, длительно допустимый ток кабеля сечением  $800 \text{ мм}^2$  в данных условиях составляет:  $1265 \cdot 1,1=1391 \text{ А}$ , что больше требуемых 1050 А, т.е. устойчивость кабельной линии обеспечена.

Таким образом, в результате расчетов на данном участке кабельной линии 330 кВ возможно применение кабеля сечением  $800 \text{ мм}^2$  с медной жилой (табл.1).

Таблица 1

#### Основные технические показатели КЛ«Жуковская»

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Количество
1	Напряжение сети	кВ	330
2	Макс. передаваемая мощность	МВт	1200
3	Количество цепей		две
4	Протяженность трассы	км	7
6	Диаметр медной жилы	мм	34,7
7	Электрическое сопротивление	Ом/км	0,0221
8	Сечение проволочного экрана Cu/Al	$\text{мм}^2$	155
9	Номинальная толщина изоляции	мм	24
10	Внешний диаметр кабеля	мм	104
11	Удельный вес кабеля	кг/м	15
12	Общая длина 6-ти ниток кабеля	км	42
13	Масса двухцепной кабельной линии	т	630

Концы кабелей, предназначенные для последующего монтажа соединительных муфт располагаются со сдвигом мест соединений на соседних кабелях на 2 м на случай переделки муфт в случае их повреждения.

С обеих сторон соединительных муфт предусмотрены компенсаторы (запас кабеля), предохраняющие кабели от повреждения при температурных деформациях кабеля и для возможности ремонта. Компенсаторы располагаются в вертикальной плоскости

Для снижения потерь в однофазных кабелях 330 кВ выполняется транспозиция экранов. Транспозиция выполняется при помощи соединительных муфт с разделением экранов, которые вспомогательными кабелями соединяются со шкафом транспозиции, внутри которого осуществляется их перекрестное соединение. По трассе кабельной линии 330 кВ предусмотрено два участка транспозиции.

Предложенное решение позволит решить проблему электроснабжения Крыма в кратчайшие сроки. Производитель кабеля **Компания “SüdkabelGmbH”** а/я 68147, г. МанхаймРенаниаштрассе, 12-30, D-68199, г. Манхайм [9]. Стоимость сооружения двухцепной кабельной линии 330 кВ протяжённостью 7 км каждая, уложенной в кабельном канале по мосту оценивается в 5(пять) миллиардов рублей.

После ввода в строй основного моста, временный мост переводится в режим эстакады для технологических коммуникаций (ЭТК). У моста демонтируется один железнодорожный путь и на его место укладывается водоводный дюкер для подачи пресной воды из Кубани в Крым. Второй путь остаётся резервным, на случай ДТП на основном мосту с полной остановкой движения. При этом нагрузка от дюкера является приемлемой для мостового сооружения. Кроме того, можно проложить и дополнительную кабельную линию электропередачи 500 кВ, которая обеспечит перспективный рост энергопотребления Крыма. Могут быть проложены и другие коммуникации, например, газопровод Ставрополье-Крым.

### Выводы

1. Предложенный к строительству мостовой переход может быть построен за 12-14 месяцев.
2. Будет обеспечено железнодорожное сообщение до нескольких сотен пассажирских и грузовых составов в сутки.
3. Будет обеспечено надёжное электроснабжение Крыма от сетей материковой части в полном объёме электропотребления Крыма.
4. Значительно (более чем в 5 раз) будет улучшено движение легкового транспорта.
5. После ввода в эксплуатацию основного двухпутного, четырехполосного автомобильно-железнодорожного моста через Керченский пролив, временный мост переводится в режим эстакады технологических коммуникаций.
6. Ориентировочная стоимость строительства временного мостового перехода без эстакадной части, подходов насыпей, и инженерного оборудования составит 7,2 млрд. руб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет ресурс: [http://www.krotov.info/history/11/1/kamenzeva\\_01.htm](http://www.krotov.info/history/11/1/kamenzeva_01.htm)
2. Д. Гайденоко, Н.Седов Тайна объекта «К-2»/Газ. Труд, 8 ноября 2000 г.
3. Соглашение о развитии транспортной схемы между Крымом и Краснодарским краем/ Б.И.Самсонов, Н.Д.Егоров, Краснодар-Симферополь, 21 августа 1993г.
4. “CHALLENGER” 1,av.Eugene Fruessinet-78061 SAINT-QUENTIN-YVELINES CEDEX FRANCE
5. Интернет ресурс: Internet resurs: [http:// kerch.com.ru/](http://kerch.com.ru/)
6. Мостовой переход через Керченский пролив// В.С.Галушак, Г.А.Росновский, А.Е.Гаврилов, В.Д. Караченцев, В.В.Богомазов, СМ РК , Симферополь, т1 ПЗ,1993 .-64С.
7. Д. Фащук По следам экстремального шторма// «НАУКА И ЖИЗНЬ», ж , №6, 2008.
8. Интернет ресурс: <http://suedkabel.com>

**Рецензент:** Кочетков Андрей Викторович, Председатель Поволжского отделения Российской академии транспорта, академик РАТ, д-р.техн. наук, профессор.

**Galuchshyk Valery Stepanovich**

Kamyshinskiy technological institute (branch) of the Volgograd state technical university  
Russia, Volgogradregion, Kamyshin  
E-Mail: [turistu1@mail.ru](mailto:turistu1@mail.ru)

**Ovchinnikov Igor Georgievich**

Perm national research polytechnic university  
Russia, Perm  
Yuri Gagarin state technical university of Saratov  
Russia, Saratov  
Moscow state automobile & road technical university  
Sochi branch  
Russia, Sochi  
E-Mail: [bridgesar@mail.ru](mailto:bridgesar@mail.ru)

**Ovchinnikov Ilya Igorevich**

Yuri Gagarin state technical university of Saratov  
Russia, Saratov  
Moscow state automobile & road technical university  
Russia, Sochi  
E-Mail: [bridgeart@mail.ru](mailto:bridgeart@mail.ru)

**Pestryakov Alexey Nikolaevich**

Ural State University of Railway Transport  
Russia, Yekaterinburg  
E-Mail: [pestryakof@yandex.ru](mailto:pestryakof@yandex.ru)

**Bakhtiarov Konstantin Nikolaevich**

Kamyshinskiy technological institute (branch) of the Volgograd state technical university  
Russia, Volgogradregion, Kamyshin  
E-Mail: [turistu1@mail.ru](mailto:turistu1@mail.ru)

**The bridge crossing through the  
Strait of Kerch(history, reality, future)**

**Abstract.** In article the main characteristics of the Strait of Kerch, including climatic conditions are provided in the passage, the considerable difficulties in functioning of a ferry because of storm during the autumn and winter period are marked, geological data are provided in the passage, the bedding of radical breeds is specified on deep, to sixty meters. The history of creation of bridges through the Strait of Kerch is traced, in particular, is specified that in 1944 within 198 days through the Strait of Kerch the single-line railway bridge on which proceeded to 50 couples trains was built, earlier not known data on design of the combined automobile and railway bridge of the project of 1993-95 in which the French and English bridge firms participated are reported. Explicitly the current state of transport connection of the Crimea with the mainland is considered, specified insufficiency of the message only through a ferry, the temporal railway bridge with a technological platform on the upper circle of beams in which high-voltage communication wires of a power supply system of the Crimea and Kuban are laid down is offered to construction. It allows to solve completely a problem of railway communication of the peninsula with the continent, to provide reliable electrical power supply of the Crimea and several times to improve automobile car traffic from the mainland on the peninsula and back. With commissioning of the combined bridge struck in the Tuzlinsky alignment main, it is offered to transfer the temporal bridge crossing to the mode of a platform of technological communications for what one railway track is dismantled and instead of it the water dyker is laid out.

**Keywords:** Strait of Kerch; bridge; design project; railway tracks; auto transport; power supply; platform of technological communications.

### References

1. Internet resurs: [http://www.krotov.info/history/11/1/kamenzeva\\_01.htm](http://www.krotov.info/history/11/1/kamenzeva_01.htm)
2. D. Gajdenko, N.Sedov Tajna obsejta «K-2»/Gaz. Trud, 8 nojabrja 2000 g.
3. Soglashenie o razvitii transportnoj shemy mezhdu Krymom i Krasnodarskim kraem/ B.I.Samsonov, N.D.Egorov, Krasnodar-Simferopol', 21 avgusta 1993g.
4. "CHALLENGER" 1, av.Eugene Fruessinet-78061 SAINT-QUENTIN-YVELINES CEDEX FRANCE
5. Internet resurs: [http:// kerch.com.ru/](http://kerch.com.ru/)
6. Mostovoj perehod cherez Kerchenskij proliv// V.S.Galushhak, G.A.Rosnovskij, A.E.Gavrilov, V.D. Karachencev, V.V.Bogomazov, SM RK , Simferopol', t1 PZ,1993 .-64S.
7. D. Fashuk Po sledam jekstremal'nogo shtorma// «NAUKA I ZhIZN'», zh , №6, 2008.
8. Internet resurs: <http://suedkabel.com>