

УДК 621.22.01 (4/5)

Д.А. Соловьев¹**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ
ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РОССИИ В ГЛОБАЛЬНЫЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЫНКИ ЕВРАЗИИ**

В работе выполнен общий анализ перспектив использования гидроэнергетических ресурсов России в условиях формирования глобальных евразийских рынков электроэнергии и строительства новых транснациональных энергомоств. Предложены идеология, методология и технология исследований проектов интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки в контексте развития энергетической инфраструктуры Евразии до 2030 г. и на перспективу до 2050 года.

Ключевые слова: гидроэнергетика, гидроэнергетические ресурсы, электроэнергетическая инфраструктура, транспортные и межсистемные связи, накопители энергии, энергомоствы.

Гидроэнергетика является одним из элементов гидросферы, как метасистема «система систем» (System of System – SoS), наряду с климатическими, водохозяйственными, территориально-производственными, инфраструктурными и другими блоками единого социоприродного комплекса «природа – общество – человек» на территории России и сопредельных государств [3]. Вода – не только источник жизненных потребностей человека, необходимых производственных процессов, биосферных функций, но и социоприродная среда, перерабатывающая антропогенные и техногенные отходы в новый ресурс для жизни.

Вода – специальный вид природного энергетического потенциала, реализация которого позволит обеспечить устойчивое развитие цивилизации как способа комплексного овладения энергетическими ресурсами (ци – энергия, вил, вл – владеть).

Эффективное использование гидроэнергетических ресурсов обеспечивается синергетическим эффектом комплексного использования природного потенциала для достижения конечного результата – расширенного воспроизводства материальных и иных ценностей цивилизации на территории Евразии.

На территории Евразии общее количество водных ресурсов вполне достаточно для проживания здесь 4-5 млрд человек. Однако неравно-

мерность их распространения и удаленность от основных центров водопотребления остро ставит задачу формирования не только общего баланса гидроресурсов, но и воднотранспортной, и гидроэнергетической инфраструктуры евразийского континента.

Основой Транспортно-энергетической водной системы Евразии (ТЭВС) являются главные водные магистрали, предложенные в 1909 г. «Межведомственной комиссией для составления плана работ по улучшению и развитию водных сообщений Империи».

Магистралей в «первичной схеме» – восемь: три широтные (Северо-Российская, Средне-Российская, Южно-Российская) и пять меридиональных (Черноморско-Балтийская, Каспийско-Балтийско-Беломорская, Обская, Енисейская, Ленская) [2].

В дальнейшем в советский период истории ни Совнарком-Совмин, ни ГОЭЛРО-Госплан к плану охватывающей всю страну воднотранспортной сети больше никогда не возвращались [5].

Необходимость дальнейшего освоения территории Северо-Восточной Азии, Восточной Сибири и Дальнего Востока, приполярных районов Арктики диктует необходимость разработки новой схемы развития инфраструктуры этих регионов, обеспечивающей хозяйственное (экономическое) развитие на основе комплексного

¹ Дмитрий Александрович Соловьев – старший научный сотрудник Института энергетической стратегии, научный сотрудник Объединенного института высоких температур РАН, e-mail: solovev@guies.ru.



Источник: [3].

Рис. 1. Гипотетическая модель транспортно-энергетической инфраструктуры Евразии

использования водных ресурсов и экономически эффективное (безотходное) использование других ресурсов (леса, недр, почвы, территории и др. элементов) природного национального богатства России (рис. 1).

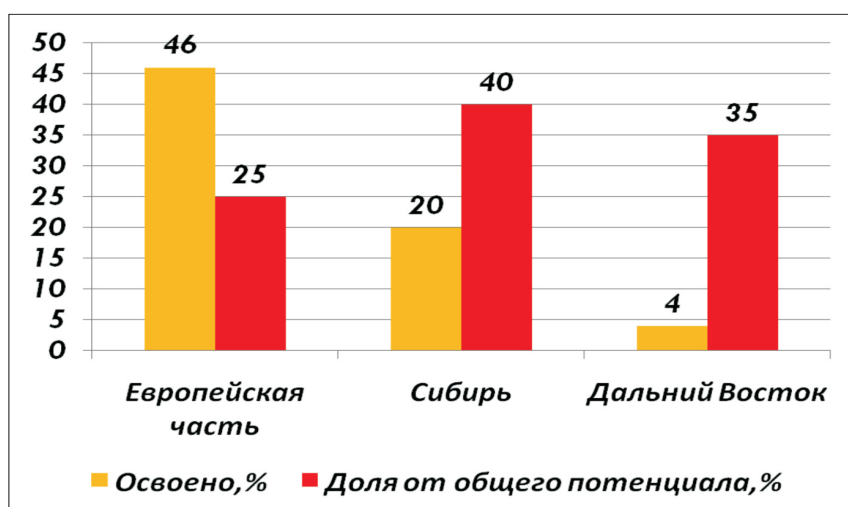
Имеющаяся практика стран Евросоюза показала, что наиболее прочной формой интеграции способствует не только единое экономическое пространство, но и инфраструктурные связи, в том числе энергетическая инфраструктура. Принцип инфраструктурности, как основа интеграции, обеспечит оптимальное развитие энергетической, транспортной и институциональной инфраструктуры, а также позволит в перспективе подключить к Евразийскому интеграционному проекту (ЕИП) и другие страны [6]. Одним из основных направлений дальнейшей интеграции в рамках ЕИП является создание общего рынка электроэнергии, который позволит решить задачи по повышению эффективности энергетических комплексов стран-участников ЕИП.

Основными целями создания общего электроэнергетического рынка государств ЕИП могут стать:

- обеспечение устойчивого роста национальных экономик и энергетической безопасности государств;
- защита интересов потребителей и производителей электроэнергии;
- повышение экономической эффективности и надежности электроэнергетического комплекса;
- оптимизация использования первичных энергоресурсов и расширение несырьевого экспортного потенциала государств.

Оценки комплексного гидропотенциала Северо-Востока европейской части России [4] показывают имеющийся значительный гидропотенциал рек бассейнов Мезени, Печоры, Северной Двины, верхнего течения Камы. Оценка валового (теоретического), технического (возможного для использования) и экономического гидропотенциала для рек и их притоков показывает, что суммарная отдача от водных ресурсов региона может составить теоретически 54,5 млрд кВт·ч.

Несмотря на это в настоящее время гидроэнергетический потенциал региона в полной мере не используется (рис. 2).



Источник: Юркевич Б.Н. Гидроэнергетический потенциал России и перспективы его использования / Ленгидропроект.

Рис. 2. Использование гидроэнергетических ресурсов России

Большие перспективы в рамках развития транспортно-энергетической инфраструктуры Евразии открывает идея использования ГЭС и ПЭС для получения из воды водорода, запасы которого являются практически неисчерпаемыми. Энергия, вырабатываемая ГЭС и ПЭС, может быть эффективно использована и с помощью потребителя – регулятора, в качестве которого наиболее целесообразно применять водород.

Полученный путем электролиза водород может быть преобразован в муравьиную кислоту, а затем транспортироваться по трубам к местам потребления и восстанавливаться в исходное состояние. В настоящее время активно развивается и совершенствуется технология применения дешевого промышленного катализатора, при котором смесь водорода и углекислого газа превращается в муравьиную кислоту при комнатной температуре и атмосферном давлении [1]. Фактически промышленное внедрение технологии каталитического гидрирования водорода позволит решить самую острую проблему, стоящую на пути развития водородной гидроэнергетики – проблему безопасного и компактного хранения, а так же транспортировки водорода до потребителя.

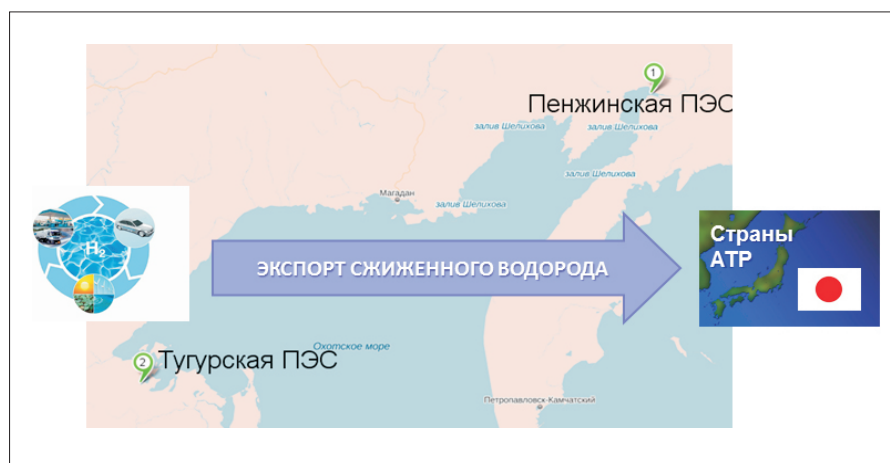
Особое значение имеет получение водорода путем электролиза воды и метана для получение газогидратов, содержащих не только энергетическую, но и водную ценность [7]. В этой связи представляется значимым использование

свободных мощностей ГЭС Дальнего Востока, в том числе и сооружение специальной приливной гидростанции в Охотском море с использованием дешевой гидроэнергии для масштабного получения водорода и его экспорта в страны АТР (рис. 3) [8].

Чтобы грамотно использовать имеющийся энергетический потенциал ГЭС и ПЭС, в том числе и для производства водорода, необходимо выполнить разработку и обоснование концепции новой топологии размещения перспективных (предполагаемых к строительству) ГЭС, ПЭС и ТЭС России ориентированных на поставки электроэнергии с использованием крупных транснациональных энергомоств, проектируемых в настоящее время в России и за рубежом. Успешное решение этой проблемы лежит в основе скорейшей интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электро-энергетические рынки.

Одним из таких проектов является создание «Азиатского суперэнергокольца» – глобального проекта интеграции отдельных энергосистем в национальных рамках. В нем предполагается участие России, Японии, Китая, Монголии, Кореи и других стран АТР.

Другой российский проект – «Трансевразийский пояс «Развитие» (ТЕПР), в рамках которого предполагается выделить зоны, где будут создаваться индустриально-промышленные системы, инфраструктурные и энерготранспорт-



Источник: [8].

Рис. 3. Использование потенциала ПЭС

ные решения, формы поселений, которых не существует в настоящее время нигде на земном шаре, и которые задают следующий шаг развития возможностей человечества [10].

В рамках создания совместного энергомоста Япония предложила РФ рассмотреть возможность экспорта избыточной электроэнергии с генерирующих мощностей (действующих или планируемых к постройке) на Дальнем Востоке через подводный кабель, который может быть проложен из России в Японию. Второй проект – предложение о строительстве газопровода из Сахалина в Японию, по которому будет поставляться газ с объектов «Сахалин-1» и (или) «Сахалин-3». Третье предложение – совместная разработка и добыча газа в Восточной Сибири, в частности – на Чаяндинском и Ковыктинском месторождениях.

В настоящее время в Минэнерго России считают, что наиболее целесообразным решением является реализация проекта «Азиатское суперкольцо» по частям. С учетом того, что в настоящий момент проект поставок электроэнергии в Китай находится на стадии реализации, Министерство энергетики предлагает приступить к осуществлению проекта «Азиатское суперкольцо» со строительства энергомоста Россия – Япония, так как этот проект наиболее проработан.

При этом важно обосновать возможности эффективного использования гидро- и топливного энергопотенциала, невостребованного энергосистемой РФ вследствие медленного роста спроса на электроэнергию на внутреннем рынке.

При проведении разработки и обосновании концепции новой топологии размещения перспективных (предполагаемых к строительству) ГЭС, ПЭС и ТЭС России, ориентированных на поставки электроэнергии с использованием крупных транснациональных энергомоств, необходимо использовать опыт разработки Энергетической стратегии России. Это обеспечит развитие конкурентных преимуществ отечественной гидрогенерации и инфраструктурных энергетических связей гидроэнергетических кластеров.

Нужно провести всестороннее исследование инфраструктурных связей гидроэнергетических кластеров и ТПК на их основе с другими регионами Евразии, что позволит решить важную социально-экономическую и геополитическую задачу – интеграции восточных регионов России в состав общероссийского народно-хозяйственного комплекса [3].

Инфраструктурное развитие Евразии предполагает и водно-энергетическую интеграцию Сибири, Средней Азии с выходом ВЛ СВН на Пакистан и Индию, что позволит в будущем сформировать единую энергетическую систему Евразии, в которой гидроэнергетический и водно-хозяйственный комплекс будут играть важную системообразующую роль.

Водохозяйственные транспортные коммуникации должны вписываться в общую инфраструктурную схему развития железнодорожного, автомобильного и трубопроводного транспорта Евразии, дополняя друг друга путем

рационального формирования грузоперетоков с учетом масштабов, необходимой скорости и стоимости перевозок.

Особое значение для формирования инфраструктурной схемы Евразии имеют ВЛ СВН, связывающие ГЭС Сибири с Уралом и центральными районами страны, в частности схема «северного электрического маршрута»: Эвенкийская ГЭС – Ново-Уренгойская ГРЭС на местном низконапорном газе – Полярный Урал – Воркутинский угольный бассейн – металлургические заводы Северного Поволжья (рис. 4).

Наличие такой связи на базе ВЛ 1150 кВ позволит не только интегрировать в общую электрическую систему производителей и потребителей приполярного севера, но и создаст условия для промышленно-энергетической интеграции Урала и Сибири.

Решение проблемы исследования проектов интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки Евразии требует триадического подхода: идеологии, методологии и технологии.

Основные идеи такого подхода заключаются:

- в комплексном подходе к оценке гидроэнергетических ресурсов как источника (потенциала) устойчивого социоприродного развития территории РФ и Евразии в целом, включая резерв для утилизации и переработки отходов жизнедеятельности общества;

- анализе направлений, рисков и трендов развития гидроэнергетики как системообразующего и инфраструктурного фактора территориально-производственного развития региона (применительно к Восточной Сибири и Дальнему Востоку (его Северо-Восточной части) и трансграничных территорий со странами АТР, включая стимулирование развития гидроэнергетического потребителя;

- оценке вклада гидроэнергетики в конечные индикативные показатели устойчивого развития региона (макроэкономические показатели энергоэффективности, индикаторы инвестиционного развития, социальные индексы качества жизни, развития человеческого и социального капитала);

- выборе приоритетных направлений, структуры и масштабов, а так же финансовых экологических и иных ограничений гидроэнергетического развития в зоне интересов ОАО «РусГидро».

Методология выполнения проектов должна быть разработана с учетом:

- 1) структурно-технологического форсайта развития гидроэнергетики и водно-энергетической инфраструктуры (на основе методов структурного прогнозирования);
- 2) метасистемного подхода (на основе методов SoS-проектирования), позволяющего оценить эффективность развития отдельных систем



Источник: [3]

Рис. 4. Гипотетическая модель связи на базе ВЛ 1150 кВ в Евразии

водохозяйственного комплекса, ориентированных на поставки электроэнергии с использованием крупных транснациональных энергомо-стов, включая мультипликативный эффект их интеграции;

3) комплексного подхода к оценке гидроэнергетических ресурсов как источника (потенциала) устойчивого социоприродного развития территории РФ и Евразии в целом, включая резерв для утилизации и переработки отходов жизнедеятельности общества;

4) системного анализа приоритетных направлений, структуры и масштабов, а так же финансовых экологических и иных ограничений гидроэнергетического развития в зоне интересов ОАО «РусГидро».

Технология выполнения проектов сводится:

- к уточнению имеющегося гидроэнергетического потенциала и масштабов освоения речных бассейнов на территории России и Евразии, в том числе на перспективу до 2050 г. (с учетом прогнозных оценок социально-экономического развития страны на этот период);

- прогнозу возможного спроса на конечную продукцию – электрическую энергию в РФ и соседних государствах Евразии с оценкой вклада гидроэнергетики в общий энергетический баланс;

- оценке внешних факторов формирования и обеспечения этого спроса (ценовых, инвестиционных, экологических, технологических);

- оценке емкости глобальных электроэнергетических рынков и условий геополитической и инфраструктурой интеграции гидроэнергетического комплекса РФ в мировую энергетическую систему;

- оценке возможности создания новых территориально-производственных кластеров на базе крупных ГЭС и ПЭС с производством и транспортом водорода (и/или других энергоемких продуктов) как промежуточного энергоносителя;

- использованию новых технологий освоения местного гидроэнергетического потенциала для регулирования речных стоков, производства

электроэнергии, биомассы и сельскохозяйственной продукции;

- использованию воднотранспортных маршрутов река-море для вывоза продукции из глубинных районов Сибири к портам Севморпути;

- оценке возможностей энергетического использования явлений сгонно-нагонных колебаний воды, приливных течений Северных и Северо-Восточных морей российского побережья и других энерготехнологических инноваций для создания новых гидроэнергетических установок, в том числе для энергоснабжения объектов Севморпути.

Резюмируя, можно сделать вывод, что для успешной интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки Евразии, помимо строительства новых гидростанций и создания транснациональных связей на базе ВЛ 1150 кВ, крайне важно также обеспечить формирование общих энергетических рынков всех государств Евразии. Это потребует развития системы торгово-экономических отношений посредством обеспечения свободного перемещения энергоресурсов и доступа к системам их транспортировки, а также развития энерготранспортной инфраструктуры и создания условий для ее эффективного функционирования.

Основные этапы формирования общего электроэнергетического рынка государств Евразии можно разбить на три составляющие:

- гармонизация законодательной базы трансграничной торговли, определение основных игроков национальных рынков;

- создание и адаптирование национальных и наднациональных законодательных актов в сфере электроэнергетики с одновременным формированием структуры и механизмов общего электроэнергетического рынка и обеспечения свободного доступа на глобальные энергетические рынки;

- формирование общей нормативной правовой базы в сфере обращения электрической энергии и общих торговых площадок.

ЛИТЕРАТУРА

1. J.F. Hull, Yu. Himeda, W.-H. Wang. *Reversible hydrogen storage using CO₂ and a proton-switchable iridium catalyst in aqueous media under mild temperatures and pressures* // *Nature Chemistry* № 4, 2012. P. 383-388.
2. Беляков А.А., Балковский В.С., Беляков А.А., Гриц И.Я., Левачев С.Н. *Предложения по транспортно-энергетической концепции страны* // *Энергетическое строительство*. 1992. № 4.
3. Бушуев В.В. *Роль гидроэнергетики в формировании ресурсной базы и энергетической инфраструктуры Евразии* / НП «Гидроэнергетика России». 5-е Всероссийское совещание гидроэнергетиков. Тезисы докладов. Санкт-Петербург 28-29 ноября 2013 г. М.: РА-Ильф. 2013. С. 50-51.
4. *Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Воденеева*. URL: <http://www.vniig.rushydro.ru>.
5. Козлов Л.Н., Беляков А.А. *Транспортно-энергетическая водная система (ТЭВС) Евразии* // *Евразийская экономическая интеграция*. 2009. № 1(2).
6. *Кризис 2010-х годов и новая энергетическая цивилизация* / под ред. В.В. Бушуева и М.Н. Муханова. М.: Энергия, 2013. 272 с.
7. Соловьев Д.А. *К вопросу об использовании водородных технологий в приливной энергетике*. Сб. трудов X Международной ежегодной конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2013» / под ред. П.П. Безурких, С.В. Грибкова. Комитет ВИЭ РосСНИО, М. 2013. С. 269-275.
8. Соловьев Д.А. *Комплексная оценка эффективности использования гидроэнергетических ресурсов для производства сжиженного водорода на восточных и северных территориях Российской Федерации* / НП «Гидроэнергетика России». 5-е Всероссийское совещание гидроэнергетиков. Тезисы докладов. С.-Петербург 28-29 ноября 2013 г. М.: РА-Ильф. 2013. С.57-70.
9. *Транспортно-энергетическая водная сеть (ТЭВС) России* / А.А. Беляков и др. // *Гидротехническое строительство*. 1995. № 5.
10. Якунина В.И. *Интегральный проект солидарного развития на Евро-Азиатском континенте (научно-практическая концепция)* / Доклад на заседании Президиума РАН. М., 11 марта 2014 г. URL: <http://v-yakunin.livejournal.com/83781.html>

Поступила в редакцию
19.06.2014 г.

D. Soloviev²

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF RUSSIAN HYDROPOWER RESOURCES INTEGRATION INTO EURASIAN POWER MARKETS

The article provided the general analysis of the Russian hydropower resources utilization perspective in the context of global Eurasian power markets formation and the construction of new international transmission lines. The paper suggests the ideology, methodology and the way of research of the projects of integration of Russian hydropower resources into global power markets in the context of Eurasian infrastructure development up to the year 2030 and 2050.

Key words: hydropower, hydro resources, power infrastructure, transport and intersystem communication, energy storage systems, energy interconnections.

² Dmitry A. Soloviev – senior researcher in Institute for Energy Strategy, research specialist in Joint Institute for High Temperatures of RAS, e-mail: solovev@guies.ru.

УДК 621.311.21+626

А.А. Беляков¹**ОБЪЕДИНЕННАЯ ВОДНАЯ СИСТЕМА (ОВС) РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ С НЕЮ СТРАН**

Нам, русским, наделенным великими реками,
не следует забывать одной несомненной истины,
что великие реки создают великие нации.

К.А. Оппенгейм²

В статье изложены основы современной концепции Объединенной водной системы (ОВС) России и сопредельных с нею стран, обобщены разновременные (с начала XX в.) комплексные планы и программы в части развития водного хозяйства Российской империи – СССР – РФ, определена классификация российских водных магистралей, рассматриваются первоочередные проекты создания ОВС.

Ключевые слова: Объединенная водная система (ОВС) России, энергоемкость, главные водные магистрали, водные магистрали 1-го и 2-го классов, гидроэнергетика, водные ресурсы, водный путь, водный транспорт.

Предварительные сведения и термины

1. «Все экономически развитые страны Европы, а также США и Китай имеют единые судоходные системы. Отставание нашей страны в этом отношении очевидно и должно быть ликвидировано» [1, с. 361].

Не обсуждая этот тезис, заметим, что отставание сформировалось в определенное время и в определенных обстоятельствах: в начале XX в. его еще не было, и правительство России с 1909 г. приступило к планомерному созданию такой системы [2]. В начале 1914 г. знаменитый инженер и общественный деятель В.М. Лохтин имел все основания утверждать, что «соединение судоходных рек в одну объединенную сеть при нынешнем сочувствии к водным путям законодательных учреждений, вероятно, не заставит долго себя ждать».

Позднее, в 1930-х гг., гидротехническое строительство на реках СССР было весьма активным, и утверждали, что «социалистической стране нужна мощная сеть водных магистралей! И эта сеть будет создана!» [3, с. 51].

В 1950-х гг. на реках СССР шло активное гидротехническое строительство, и задача созда-

ния в стране единой воднотранспортной сети оставалась актуальной [4]. Но с начала 1960-х гг. руководящие органы СССР стали свертывать гидротехническое строительство и переориентировали экономику, дав приоритет топливобывающей промышленности, наиболее энергоемким видам транспорта (особенно – трубопроводному), и тепловой энергетике. В это время и возникло «отставание» в деле создания «единой судоходной системы» – особенно если учесть, что в Китае такая система постепенно была создана именно в это время – после 1950 года.

2. Экономическое значение разных видов транспорта определяется их физическими особенностями. Главные особенности водного транспорта – *низкая энергоемкость, малая скорость движения, высокая пропускная способность, сезонность*.

Энергоемкость технологических процессов в настоящее время приобретает доминирующее значение в технико-экономических сопоставлениях, обязательным считается энергосбережение.

Относительные затраты энергии на 1-у ткм перевозок разными видами транспорта при целесообразных режимах их работы составляют:

¹ Алексей Алексеевич Беляков – инженер-гидротехник, к.т.н., д.г.н., e-mail: aabelak@mail.ru

² Оппенгейм К.А. Россия в дорожном отношении. Опыт краткого историко-критического обозрения данных, относящихся до развития путей сообщения в России и параллельно в других важнейших странах. М. 1920.

³ Водные пути и шоссейные дороги. 1914. № 4. С. 172-173. В.М. Лохтин был в то время главным редактором журнала, приведенная цитата – из его редакционной статьи в связи с открытием навигации 1914 года.