УДК 621.311.1(571.6); 621.33

Воронцов Н.С.,
кандидат исторических наук, научный сотрудник,
Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН,
г. Владивосток

Vorontsov N.S.,
Candidate of Historical Sciences, Research Fellow,
Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Vladivostok

РАЗВИТИЕ ПРИЛИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ В КОНТЕКСТЕ ПОЗДНЕСОВЕТСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЙ

DEVELOPMENT OF TIDAL ENERGY IN THE FAR EAST IN THE CONTEXT OF LATE-SOVIET RESEARCH AND CONTEMPORARY REALITIES

Аннотация: В статье анализируется история развития приливной энергетики на Дальнем Востоке России от основополагающих идей Л.Б. Бернштейна до современных оценок проектов Пенжинской и Тугурской приливных электростанций. Рассмотрены технологические, экономические и политические причины, по которым эти масштабные проекты не были реализованы, а также перспективы их возможного возрождения в контексте энергоперехода, производства водорода и энергетического обеспечения новых инфраструктурных проектов.

Ключевые слова: ***приливная энергетика, Дальний Восток России, Л.Б. Бернштейн, Пенжинская ПЭС, Тугурская ПЭС, энергетическая стратегия, возобновляемые источники энергии.***

Abstract: The article analyzes the history of tidal energy development in the Russian Far East, from the foundational ideas of L.B. Bernstein to contemporary assessments of the Penzhinskaya and Tugurskaya tidal power plant projects. It examines the technological, economic, and political reasons why these large-scale projects were never implemented, as well as the prospects for their potential revival in the context of the energy transition, hydrogen production, and the energy supply for new infrastructure projects.

Keywords: ***tidal energy, Russian Far East, L.B. Bernstein, Penzhinskaya TPP, Tugurskaya TPP, energy strategy, renewable energy sources.***

Теоретические основы отечественной приливной энергетики и попытки их практической реализации неразрывно связаны с именем Льва Борисовича Бернштейна. Начатые им ещё в 1930-е гг. разработки были рассчитаны на использование энергии морских приливов в энергосистемах прибрежных районов страны. Подтверждением жизнеспособности его замыслов стала экспериментальная Кислогубская приливная электростанция (ПЭС), построенная в 1968 г. в Мурманской области с применением новаторского наплавного метода строительства [21, с. 73-74].

Идея использования энергетического потенциала Охотского моря была выдвинута Л.Б. Бернштейном в 1961 г. Полномасштабные изыскания начались спустя десятилетие: в 1972 г. институт «Гидропроект» организовал первую рекогносцировочную экспедицию к берегам Тихого океана. В результате было выявлено несколько перспективных створов будущих приливных электростанций в Пенжинской губе у побережья Камчатки и в Тугурском заливе (Тугуро-Чумиканский район Хабаровский край). Последующие изыскания 1970-1980-х гг. подтвердили их потенциальную пригодность.

Преимущества ПЭС в Пенжинской губе связывались с уникальным энергетическим потенциалом акватории. Здесь наблюдались рекордные для Тихого океана приливы высотой до 13,5 м., что в теории обеспечивало проект-

ную мощность станции до 21,4 ГВт, а в случае масштабирования проекта посредством сооружения южного створа – до 87,4 ГВт [16, с. 264]. Концепт Пенжинской ПЭС рассматривался Л.Б. Бернштейном как возможность на десятилетия вперёд обеспечить энергией Камчатку и начать экспорт избытков электроэнергии в соседние страны. Одновременно специалистами «Гидропроекта» были оценены преимущества Тугурской ПЭС: более благоприятные условиями реализации проекта. Неоспоримым достоинством была признана защищённость Тугурского залива от тяжёлых льдов Охотского моря грядой Шантарских островов и берега из прочных кристаллических пород. К 1985 г. институт разработал технические параметры ПЭС. Суммарная проектная мощность Тугурской станции (первая и вторая очереди) оценивалась в 10,3 ГВт [16, с. 263] (в более поздних расчётах начала 1990-х гг. – от 6,8 ГВт [14, с. 13] до 8 ГВт [7, л. 44], из них первая очередь – 0,9 ГВт [7, л. 47]). Проект предусматривал два створа: южный (мыс Ларгангда – мыс Носорог) и северный (мыс Мамга – мыс Берсеньева) [16, с. 263]. Экономическое обоснование предусматривало интеграцию ПЭС в единую энергосистему с Южно-Якутским гидроэнергетическим комплексом в составе каскада ГЭС на притоках реки Алдан [11, л. 22]. Замысел Пенжинской и Тугурской ПЭС в целом встраивался в логику советского макрорегионального планирования.

Однако в общесоюзном энергетическом дискурсе до середины 1980-х гг. приливные электростанции занимали периферийное положение. Госплан СССР и профильные министерства делали ставку на строительство крупных ГЭС, а также Дальневосточной и Приморской атомных станций. Сам Л.Б. Бернштейн в своих публикациях до середины 1980-х гг. не включал Тугурскую ПЭС в список объектов «обозримой перспективы», отдавая предпочтение более проработанным на тот момент Пенжинской и Мезенской (в Белом море) приливным станциям [3, с. 47]

Проект Тугурской ПЭС оказался востребован в годы перестройки, когда перемены в общественном сознании, вызванные Чернобыльской аварией и политикой «гласности», сделали экологическую безопасность главными приоритетом энергетического строительства. На Дальнем Востоке это вылилось в мощное движение против строительства АЭС [5, с. 114]. В этих условиях концепт Тугурской ПЭС, ранее известный лишь узкому кругу специалистов, был превращен в символ экологически чистой альтернативы [7, л. 40]. Л.Б. Бернштейн, выступая в региональной печати, противопоставлял «управляемую» и предсказуемую энергию приливов «опасной» атомной [18].

Политическим покровителем проекта стал народный депутат СССР от Хабаровского края В.М. Десятов. Он использовал свой мандат для активного лоббирования ПЭС, вёл оживленную переписку с руководством СССР и РСФСР, Госпланом и министерствами, ища финансирование в условиях нарастающего дефицита бюджета [11, л. 9, 23]. Важнейшую роль в мобилизации общественного мнения сыграла региональная пресса. Журналисты развернули в 1989 г. мощную кампанию, пытаясь сделать сложный инженерный проект понятным широкой аудитории [5, с. 116]. Впрочем, скептикам удалось поставить под сомнение ряд преимущества приливной энергетики. Группа учёных Института водных и экологических проблем (ИВЭП) ДВО АН СССР под руководством А.В. Иванова в декабре 1989 г. пришла к заключению, что строительство плотины ПЭС с высокой вероятностью приведет к заилению водоёма, изменению ледового режима и разрушению хрупкой экосистемы Тугурского залива [12]. Их позицию поддержало Министерство рыбного хозяйства СССР [11, л. 4-5].

Судьбу ПЭС в итоге решил экономический кризис. Работы по технико-экономическому обоснованию, начатые в 1987 г/ и поглотившие к 1991 г/ около 7 млн рублей, тормозились резким сокращением финансирования. Попытки В.М. Десятова в начале 1990-х гг. вывести проект на международный уровень и найти инвесторов за рубежом не увенчались успехом [11, л. 19-20]. Тугурская ПЭС, ещё недавно казавшаяся воплощением надежд, оказалась одной из первых жертв системного политического и экономического коллапса.

В 1990-2000-е гг. концепт ПЭС не исчез из научного поля, однако шансы на его реализацию резко сократились. В 1995 г. во Владивостоке прошла международная конференция по нетрадиционной энергетике, где были представлены параметры будущей станции [14, с. 10, 13]. Однако в среде политиков и экономистов возобладал скепсис. Сотрудник Института экономических исследований ДВО РАН В.Д. Калашников в 2001 г. прямо называл приливные станции, включая Тугурскую и Пенжинскую, гигантскими проектами отдалённого будущего, требующими неподъёмных для страны капиталовложений [10, с. 81]. В политическом поле упоминания о про-

екте носили эпизодический и всё более умозрительный характер. К примеру, в 2007 г. губернатор Хабаровского края В.И. Ишаев отметил, что в Тугуро-Чумиканском районе прорабатывается «интереснейшая проблема» приливной энергетики, но не предложил никаких конкретных планов [8, л. 19]. К этому времени приоритетом региональной власти стало завершение строительства Бурейской ГЭС, способствовавшее решению проблемы дефицита мощностей в Хабаровской энергосистеме. В аналитических материалах Правительства края середины 2000-х гг. указывалось, что потенциал Тугурской ПЭС целесообразно использовать в только в случае расширения поставок электроэнергии в Китай, так как внутренние потребности должны быть полностью обеспечены за счёт пуска Бурейской ГЭС и модернизации ТЭЦ [9, л. 16].

В начале XXI в. технологические и экономические аспекты сооружения приливных электростанций на Дальнем Востоке оставались предметом технико-экономических дискуссий и полем для моделирования энергетических балансов [13, с. 165]. Исследователи указывали на экстремальные природные условия районов размещения Тугурской и Пенжинской ПЭС, что требовало разработки специальной ледовой защиты для инженерных сооружений. Кроме того, сама природа приливной энергетики порождала фундаментальную проблему прерывистости генерации. Работа ПЭС была неразрывно связана с режимом приливов, что влекло за собой периоды простоя и необходимость в компенсирующих мощностях [15, с. 9-10].

С экономической точки зрения проекты сталкивались с финансовыми трудностями. Так, общая стоимость Пенжинской ПЭС, по предварительным расчётам, составляла от 260 (оценки конца 1980-х гг.) до 500 млрд долларов (на начало 2020-х гг.) [1, с. 106]. Высокие (более 1500-2000 долларов США на 1 кВт) удельные капиталовложения и производственные издержки отмечались как в работах 2000-х гг. [15, с. 10], так и в более поздних исследованиях. [2, с. 194]. Сдерживающим фактором оставалась сомнительная экономическая целесообразность. Проведенные в 2000-х гг. расчёты для Тугурской ПЭС показали, что даже в экспортно-ориентированном варианте стоимость её электроэнергии окажется выше в сравнении с дальневосточными ГЭС и ТЭЦ [15, с. 12-13].

Специалисты Института систем энергетики СО РАН С.В. Подковальников и В.А. Савельев в своём исследовании 2008 г. пришли к выводу, что «экономическая целесообразность сооружения Тугурской и Пенжинской ПЭС в рассматриваемой перспективе далеко не очевидна.... Более того, особой необходимости в их энергоотдаче пока нет» [15, с. 14]. Несмотря на теоретический потенциал, проекты приливных станций на Дальнем Востоке оставались технологически и экономически невыполнимыми.

Оживление дискурса наблюдалось на рубеже 2010-2020-х гг., в контексте возможности использования энергии приливов для производства водорода [17; 19]. При этом прерывистость генерации ПЭС, считавшаяся их главным экономическим недостатком, могла быть нивелирована использованием дешёвой электроэнергии для электролиза воды [1, с. 107]. В июле 2021 г. Губернатор Хабаровского края М.В. Дегтярёв, обсуждая варианты развития топливно-энергетического комплекса, вспомнил о Тугурской ПЭС в контексте возможности получения водородного топлива [4]. Однако практических последствий в ближайшей перспективе это заявление не имело.

Несмотря на то, что проекты ПЭС на Дальнем Востоке не были реализованы, научное наследие Л.Б. Бернштейна и основанной им отечественной школы приливной энергетики продолжает развиваться. Его ученики и последователи сохраняют и актуализируют теоретические наработки, адаптируя их к современным вызовам. Ярким примером преемственности служит деятельность И.Н. Усачева. После смерти Л.Б. Бернштейна в 1996 г. он продолжил исследования приливной энергетики в Научно-исследовательском институте энергетических сооружений (ныне ОАО «НИИЭС», филиал «Гидропроекта»), рассматривая ПЭС как стратегический элемент освоения Арктики и Дальнего Востока. В своих работах Усачев анализирует полувековой опыт эксплуатации Кислогубской ПЭС, доказывая надёжность технологии и её потенциал для северных территорий [21, с. 74-75].

В 2025 г. И.Н. Усачев выдвинул концепцию создания промышленной зоны вокруг будущей Тугурской ПЭС и Эльгинского угольного месторождения как энергетической базы для сокращения трассы Северного морского пути через организацию судоходного маршрута Море Лаптевых – Лена – Алдан – Мая – Охотское море. Согласно его видению, приливная станция могла бы обеспечить энергией создание инфраструктуры (гидроузлов, портов) вдоль этой трассы, способствуя превращению бассейна реки Лены в новую глобальную транспорт-

ную артерию [20, с. 23]. Несмотря на утопичность идеи, она наглядно демонстрирует, как научное наследие Л.Б. Бернштейна развивается от решения задачи энергоснабжения в сторону системного переформатирования экономической географии макрорегиона. Идея интегрирует энергию приливов в пространство новых транспортных коридоров.

Вместе с тем, предложения по развитию приливной энергетики существуют в парадоксальном поле. С одной стороны, они представляет живой исследовательский интерес. С другой – в действующих стратегических документах, включая утверждённую в декабре 2024 г. Правительством России Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2042 г., строительство ПЭС на Дальнем Востоке не предусмотрено [6].

Состояние приливной энергетики сегодня можно описать следующим образом: это одновременно и фундамент для возможных прорывов в энергетике будущего, и свидетельство сохраняющегося разрыва между инновационными концепциями и текущими инвестиционными и экономическими приоритетами. Но даже в современных реалиях при отсутствии обозримых перспектив реализации, подобные разработки выполняют важную функцию по расширению горизонтов планирования и освоения территорий, помогая взглянуть на Дальний Восток как пространство для стратегических инноваций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андриянов Н.И., Долгова В.Н. Обзор крупных нереализованных проектов в энергетике // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2023. № 2. С. 104-121.
2. Аюшеев А.В. Экономическая целесообразность генерации энергии приливных электростанций на Дальнем Востоке России // Архонт. 2025. № 2. С. 192-196.
3. Бернштейн Л.Б. Основные направления исследований при разработке приливных электростанций // Использование энергии приливных и ветровых волн в океане. Сборник научных трудов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 46-51.
4. В Хабаровском крае разрабатывают проекты электростанций из-за дефицита энергомощностей. URL: https://tass.ru/sibir-news/11794199?utm_referrer=https%3a%2f%2fwww.google.com%2f (дата обращения 12.01.2026).
5. Воронцов Н.С. Общественная кампания против строительства Дальневосточной АЭС в Хабаровском крае в годы перестройки // Россия и АТР. 2024. № 4. С. 104-124.
6. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года URL: https://www.so-ups.ru/genscheme/ (дата обращения 08.01.2026).
7. Государственный архив Хабаровского края. Ф. П-35. Оп. 117. Д. 324.
8. Государственный архив Хабаровского края. Ф. Р-2061. Оп. 1. Д. 2212.
9. Государственный архив Хабаровского края. Ф. Р-2061. Оп. 1. Д. 3052.
10. Калашников В.Д. Проблемы стратегического планирования энергетики региона. Владивосток: Дальнаука, 2001. 148 с.
11. Комсомольский-на-Амуре городской архив. Ф. Р-227. Оп. 1. Д. 133.
12. Куда летит непуганый гусь? Пока к местам вековечных гнездовий // Молодой дальневосточник. № 235. 9 декабря 1989. С. 10.
13. Монахов Б.Е., Шилова Л.А. Использование возобновляемых источников энергии для развития Дальневосточного региона Российской Федерации // Вестник МГСУ. 2012. № 2. С. 161-169.
14. Нетрадиционная энергетика и технология. Материалы международной конференции. Часть 1. Владивосток: ДВО РАН, 1995. 77 с.
15. Подковальников С.В., Савельев В.А. Перспективы и эффективность использования приливной энергии на Российском Дальнем Востоке // Энергия: экономика, техника, экология. 2008. № 8. С. 8-14.
16. Приливные электростанции. Под ред. Л.Б. Бернштейна. М.: Энергоатомиздат, 1987. 296 с.
17. Свинцова Е. Есть ли у ПЭС будущее в России? Рентабельно ли с помощью них производить водород? URL: https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/706978-est-li-u-pes-budushchee-v-rossii-mozhno-li-s-pomoshchyu-nikh-proizvodit-vodorod/ (дата обращения 12.01.2026).
18. Семченко Н. Энергия приливной волны // Тихоокеанская звезда. № 42. 19 февраля 1989. С. 4.
19. Тягунов М.Г., Юсупов Б.Т. Тугурская приливно-водородная станция для электро- и теплоснабжения городов Дальнего Востока // Энергосбережение и водоподготовка. 2025. № 1. С. 52-57.
20. Усачев И.Н. О возможности сокращения трассы Северного морского пути // Гидротехника. 2025. № 4. С. 21-23.
21. Усачев И.Н. Опыт создания и полувековой эксплуатации Кислогубской приливной электростанции – основа освоения Арктики и Северного морского пути // Гидротехника. 2021. № 4. С. 73-75.

© **Воронцов Н.С.**