

Развитие ядерной энергетики в Северо-Восточной Азии: история, тенденции, перспективы

Максим Валерьевич КОРНИЮК

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, maksim030400@yandex.ru

Аннотация. В статье даётся обзор становления и развития атомной отрасли в странах Северо-Восточной Азии: Китая, Японии, Республики Корея и Тайваня. Анализируется влияние аварии на АЭС "Фукусима-1" в 2011 г. на перспективы развития атомной энергетики в СВА. Также даётся характеристика политики стран региона в области развития "мирного атома" и изучается их экспортный потенциал в данной сфере. Делается вывод о том, что "синдром Фукусимы" не оказал фатального влияния на развитие ядерной энергетики стран региона.

Ключевые слова: Северо-Восточная Азия, КНР, Япония, Республика Корея, Тайвань, атомная электростанция, ядерный реактор, ядерная энергия

Для цитирования: Корниук М.В. Развитие ядерной энергетики в Северо-Восточной Азии: история, тенденции, перспективы // Известия Восточного института. 2024. № 2. С. 85–96. <https://doi.org/10.24866/2542-1611/2024-2/85-96>

Original article
<https://doi.org/10.24866/2542-1611/2024-2/85-96>

Nuclear energy development in Northeast Asia: history, trends, prospects

Maksim V. KORNIYUK

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, maksim030400@yandex.ru

Abstract. The article provides an overview of the formation and development of the nuclear industry in the countries of Northeast Asia: China, Japan, the Republic of Korea, and Taiwan. The impact of the accident at the Fukushima-1 nuclear power plant in 2011 on the prospects for the development of nuclear energy in Northeast Asia is analyzed. A description of the policies of the countries of the region in the field of development of the "peaceful atom" is also given and their export potential in this area is studied. It is concluded that the "Fukushima syndrome" did not have a fatal impact on the development of nuclear energy in the countries of the region.

Keywords: Northeast Asia, China, Japan, Republic of Korea, Taiwan, nuclear power, plant, nuclear reactor, nuclear energy

For citation: Korniyuk M.V. Nuclear energy development in Northeast Asia: history, trends, prospects // Oriental Institute Journal. 2024. № 2. P. 85–96. <https://doi.org/10.24866/2542-1611/2024-2/85-96>

Введение

В период бурного экономического роста четыре развитые экономики – КНР, Япония, Республика Корея и Тайвань – сталкивались с необходимостью увеличения генерации электроэнергии при динамично растущем её потреблении. За исключением Китая, обладающего значительными запасами угля, страны СВА не имеют значимых запасов ископаемых энергоносителей, поэтому атомная генерация явилась для них одним из возможных выходов. Кризис 2022 г., вызвавший скачки цен на энергоносители, и растущая напряженность вокруг "тайваньской проблемы", ставящая под вопрос безопасность логистики в регионе, показали уязвимость зависимости от масштабного импорта ископаемого топлива. Кроме того, развитая атомная энергетика позволяет в случае необходимости быстро создать ядерное оружие. Это особенно актуально для таких стран, как Япония и Южная Корея. В статье будет рассмотрено состояние ядерной отрасли стран СВА, проанализированы возможности в сфере экспорта ядерных технологий и дана оценка влияния аварии на АЭС "Фукусима-1" на развитие атомной энергетики в Китае, Японии, Республике Корея и Тайване.

Китай

История ядерной энергетики в США берет своё начало с китайской ядерной программы. Во время холодной войны первоначальная мотивация Пекина к развитию ядерной энергетики была обусловлена соображениями безопасности. Между 1950 и 1958 гг. развитие атомной отрасли в Китае во многом зависело от сотрудничества с СССР. 29 апреля 1955 г. был подписан "Советско-китайский договор о сотрудничестве в атомной сфере", согласно которому, в частности, СССР поставил Китаю экспериментальный реактор и циклотрон для ядерных исследований, а китайские студенты начали прибывать в Советский Союз для участия в совместных исследованиях.

В июне 1959 г. СССР официально прекратил любую форму ядерной помощи Китаю, отозвав технических специалистов. В целом в 1960-е годы Китай сделал акцент именно на военной составляющей ядерных исследований, что дало свои плоды: 16 октября 1964 г. было проведено успешное испытание ядерной бомбы, а 17 июня 1967 г. – водородной.

Отправной точкой развития "мирного атома" в Китае стало 8 февраля 1970 г. В этот день по результатам общения с властями города Шанхая, сообщившими о дефиците электроэнергии на протяжении зимы, премьером Госсовета КНР Чжоу Эньлаем было принято историческое решение о развитии атомной энергетики [33].

Отставание страны в области технологий АЭС привело к решению использовать иностранный опыт. В 1978 г. был дан старт двум проектам – началось проектирование АЭС "Циньшань" и АЭС "Даявань". Первая была создана по китайским технологиям, на её блоке №1 установлен реактор CNP-300, а вторая – в сотрудничестве с французскими специалистами с использованием импортных реакторов M310 [1]. Станции были введены в эксплуатацию в 1991 и 1994 гг. соответственно. Эти проекты определили развитие атомной энергетики Китая на десятилетия вперёд.

1990-е годы стали временем кризиса в атомной сфере: случилась разрушительная авария на Чернобыльской АЭС, произошедшая 26 апреля 1986 г. Возникший скепсис в отношении мирного атома не обошёл стороной и Китай – согласование новых проектов было приостановлено почти на десять лет. В 1996 и 1998 гг. началось сооружение АЭС "Циньшань-2" и АЭС "Циньшань-3", использующих китайские реакторы. Продолжалось сотрудничество и с иностранными поставщиками: на АЭС "Линьао", строительство которой началось в 1997 г., было принято решение установить французские реакторы, а на АЭС "Тяньвань", сооружение которой стартовало в 1999 г., – российские [20]. В целом данный период характеризовался средними темпами развития атомной отрасли.

Развитие ядерной энергетики в Китае на современном этапе характеризуется следующими трендами.

Во-первых, к середине 2000-х годов стала заметна неспособность Китая в полной мере обеспечить себя энергоносителями. Так, например, в 2007 г. впервые импорт угля превысил его экспорт. Наряду с этим всё острее вставал вопрос загрязнения окружающей среды, негативно влияющий как на уровень жизни в стране, так и на её международный имидж. 11-й пятилетний план (2006–2010 гг.) включал конкретные положения по охране окружающей среды, которые предусматривали 20-процентное снижение энергопотребления на одну единицу ВВП [14, р. 5]. Кроме того, в него было заложено строительство 14 реакторов. В целом в период начиная с 2005 г. по настоящее время совокупная мощность АЭС страны возростала быстрыми темпами.

Во-вторых, к этому времени оформилась стратегия локализации реакторов, заключающаяся в следующем: на начальном этапе Пекин стремится продемонстрировать преимущества китайского рынка и привлечь к сотрудничеству зарубежные компании. После заимствует технологии и создает решения, свободные от иностранных авторских прав, параллельно стремясь к максимальной локализа-

ции компонентов и ресурсной базы. Финальной частью стратегии является выход на внешние рынки.

Так, подобную цепочку можно построить для французского реактора М310. После завершения строительства АЭС "Даявань" КНР заключила ещё один контракт с французской стороной на сооружение двух блоков АЭС "Линьао-1" с использованием реактора этой же модели. Однако в этом проекте уже частично использовались китайские комплектующие, их доля составила 30% [13, р. 968]. Следующим этапом стало создание собственной вариации проекта М310, получившей название CPR-1000. Данная модель всё ещё являлась французской интеллектуальной собственностью, однако общая степень локализации оборудования выросла с 50% для первого энергоблока АЭС "Линьао-2" до 85% на четвёртом энергоблоке АЭС "Ниндэ" [20]. В ходе дальнейшего развития проекта была разработана модель АСРР-1000, уже являющаяся китайской интеллектуальной собственностью. Предполагалось, что данная модель будет использоваться как в АЭС Китая, так и поставляться на экспорт, однако авария на АЭС "Фукусима-1" заставила китайское руководство пересмотреть свои планы. В качестве второго примера можно привести историю модели Хуалун-1. В ней сочетаются технические решения уже упоминаемого реактора АСРР-1000 с конструкцией АСР-1000, которая, в свою очередь, ведёт своё начало от первых блоков АЭС "Циньшань" [10]. Данная модель поставляется на экспорт и используется на двух энергоблоках пакистанской АЭС "Карачи" [3, с. 129]. В феврале 2022 г. был также заключён контракт с Аргентиной на сооружение АЭС "Атуча-3" с использованием реактора Хуалун-1 [9].

Итого на декабрь 2023 г. КНР располагает 55 реакторами установленной мощностью 56,91 ГВт, ещё 27 реакторов суммарной мощностью 28,88 ГВт находятся в стадии сооружения. Ядерная энергетика составляет 1,95% от всей установленной мощности генерации страны, равной 2919,65 ГВт [34]. Авария на АЭС "Фукусима-1" вызвала сдержанную реакцию Пекина. Госсоветом было принято решение провести комплексные проверки безопасности на действующих и строящихся АЭС. Временно было приостановлено одобрение новых площадок, но о приостановке эксплуатации и тем более закрытии атомных станций речи не шло. Правительство КНР продолжает рассматривать ядерную энергетiku в качестве неотъемлемого компонента в обеспечении энергобезопасности страны и имеет амбициозные планы по её дальнейшему развитию. Ожидается, что общая мощность введённых в эксплуатацию энергоблоков Китая к 2030 г. достигнет 130 ГВт, к 2035 г. – 170 ГВт, а к 2050 г. – 340 ГВт, а их доля от общей установленной мощности всех станций в стране соответственно составит 4,5%, 5,1% и 6,7% [3, с. 136]. Китай не отказался от планов по дальнейшему развитию атомной энергетики, однако есть основания полагать, что руководство страны скорректировало приоритеты в сторону большего развития возобновляемой энергетики. Так, с 2013 г. по 2023 г. мощность атомной генерации выросла в 3,9 раза, ветряной – в 5,8 раза, солнечной – в 41, 2 раза, составив, соответственно 56,91, 441,34 и 609,49 ГВт [34].

Япония

Атомная отрасль Японии начала своё развитие в 1954 г. после решения парламента о выделении 230 миллионов иен на ядерные исследования. Это решение стало возможным благодаря дипломатической подготовке, включавшей подписание Сан-Францисского мирного договора и ряда японо-американских соглашений, снявших возражения США относительно ядерных исследований в Японии [5, с. 2]. В 1955 г. был принят Основной закон об атомной энергии, ограничивающий использование ядерных технологий в мирных целях. В июле 1957 г. Япония присоединилась к МАГАТЭ.

Первым реактором, производящим электроэнергию в Японии, был прототип кипящего реактора – Японский энергетический демонстрационный реактор (JPDR), который работал с 1963 по 1976 гг. [16]. Первым коммерческим реактором, введенным в эксплуатацию на первом энергоблоке АЭС "Токай" в июле 1966 г., стал британский Магнох мощностью 160 МВт, разработанный компанией GEC. Предполагалось, что он станет основой реакторного парка страны, однако на эта-

пе строительства был выявлен ряд технических недостатков, устранение которых привело к значительному удорожанию АЭС "Токай-1", вследствие чего дальнейшее осуществление данного плана было признано экономически нецелесообразным. Описанные трудности побудили японское правительство переориентироваться на американские технологии легководных реакторов (LWR). [2, с. 27–28]. В дальнейшем в Японии строились только реакторы двух подвидов данной технологии: кипящие водо-водяные реакторы (BWR) и водо-водяные реакторы под давлением (PWR) [21].

Активный рост японской экономики в 1970-е, 1980-е и первой половине 1990-х годов диктовал необходимость увеличения мощностей электрической генерации, поэтому в эти годы темпы ввода в строй новых энергоблоков были высокими. Если в 1966 г. доля АЭС в энергобалансе страны составляла 0,3%, то в 1987 – уже 14,4.% [2, с. 19]. Однако во второй половине 1990-х годов ряд неблагоприятных факторов замедлил прогресс в японской ядерной отрасли. Их можно разделить на внешние и внутренние – к первым относятся нарастание радиофобии в мире из-за произошедшей в 1986 г. аварии на Чернобыльской АЭС; вопросы, связанные с увеличением числа ядерных отходов и проблемами их безопасной утилизации; тренд на развитие возобновляемой энергетики. К внутренним – сложности подбора удовлетворяющих всем требованиям сейсмической безопасности площадок для строительства новых АЭС; внедрение энергосберегающих технологий; снижение цен на нефть в 1990-х годах и начало закупок сжиженного природного газа; общее снижение темпов экономического роста страны. Результатом этого стало то, что японская ядерная отрасль в 1996 г. "вышла на плато", и в следующие 15 лет прирост мощности практически прекратился.

Начало 2010-х годов японская ядерная энергетика встретила в следующем состоянии: действовало 17 АЭС, общее количество энергоблоков на них составляло 54. Установленная мощность данных станций составляла 42,56 ГВт [21].

Событием, в корне изменившим положение дел и нанесшим серьёзнейший урон японской ядерной энергетике, стала произошедшая 11 марта 2011 г. авария на АЭС "Фукусима-1". Правительством было принято решение об остановке всех реакторов и ужесточен спектр нормативных требований к атомной отрасли. Возможность потенциального перезапуска АЭС призвано было оценивать Управление по ядерному регулированию (NRA) – новый регулятор, созданный в рамках реформы отрасли [19].

Демократическая партия, имевшая в то время большинство в парламенте и известная своим скептическим отношением к ядерной энергетике, приняла решение отказаться от неё к 2040 г. Проведённые через несколько месяцев после аварии соцопросы зафиксировали значительное увеличение доли респондентов, выступающих за отказ от ядерной энергетике [26].

В то же время некоторые эксперты отмечали, что для Японии стратегически невыгодно полностью отказываться от развития мирного атома. В частности, Д.В. Стрельцов в 2012 г. указывал на необходимость сохранения АЭС для поддержания технологического потенциала в ядерной области как для внутренних проектов, так и с прицелом на международный рынок. Он также отмечал, что "развитие атомной энергетике является для Японии сознательной формой сохранения потенциала создания ядерного оружия в случае непредсказуемого развития ситуации" [6, с. 112–113].

Дальнейшее развитие событий во многом подтвердило эти соображения. Так, уже на следующих парламентских выборах, прошедших 16 декабря 2012 г., к власти вернулась Либерально-демократическая партия, взявшая курс на постепенное возрождение японской ядерной энергетике. В 2014 г. был принят Четвёртый стратегический энергетический план, согласно которому доля АЭС в производстве электроэнергии к 2030 г. должна достичь 20–22%. Данное решение было позже подтверждено также в Пятом (2018 г.) и Шестом (2021 г.) стратегических энергетических планах [25, р. 12]. В августе и октябре 2015 г. были перезапущены первые 2 реактора. На январь 2024 г. возвращены в эксплуатацию 12 энергоблоков, а еще

14 действующих реакторов находятся на различных стадиях процесса утверждения перезапуска [21]. С 2010 г. ведётся сооружение АЭС "Ома", однако сроки введения в эксплуатацию постоянно переносятся.

Основным экспортным предложением Японии в сфере ядерной энергетики являются Улучшенные кипящие водяные реакторы (ABWR), предлагаемые компаниями GE Hitachi Nuclear Energy и Toshiba и Экономичные упрощенные кипящие ядерные реакторы (ESBWR), разработанные GE Hitachi Nuclear Energy. Последние также имеют уменьшенную разновидность BWRX-300.

Реакторы модели ABWR установлены на нескольких АЭС в самой Японии, планировалось их использование на АЭС "Лунгмень" (Тайвань) и АЭС Саус-Тексас (США), однако работа над обоими проектами была прекращена – в первом случае из-за решения правительства Тайваня об отказе от ядерной энергетики, а во втором из-за невозможности найти инвесторов [29; 30]. С реакторами моделей ESBWR и BWRX-300 связано больше перспективных проектов: 31 мая 2017 г. Комиссия по ядерному регулированию США выдала лицензию на сооружение энергоблока № 3 АЭС "Норт Анна" с использованием такой модели реактора; 2 декабря 2021 г. компания Ontario Power Generation выбрала BWRX-300 SMR для использования на АЭС "Дарлингтон" с предварительным сроком ввода в эксплуатацию в 2028 г.; 17 декабря 2021 г. было объявлено о планах разместить в Польше не менее 10 реакторов BWRX-300 в начале 2030-х годов; 14 марта 2022 г. Kärnfull Future AB подписала Меморандум о взаимопонимании с GE Hitachi Nuclear Energy о развертывании BWRX-300 в Швеции; 27 июня 2022 г. Saskatchewan Power Corporation выбрала BWRX-300 SMR для потенциального развертывания в Саскачеване в середине 2030-х годов; 8 февраля 2023 г. компания Fermi Energia AS выбрала BWRX-300 SMR для строительства АЭС в Ляэне-Вирумаа (Эстония) [4].

Республика Корея

Республика Корея начала проявлять интерес к ядерной энергетике в 1956 г., когда с США было заключено Соглашение "О сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии". В 1957 г. Республика Корея стала членом МАГАТЭ, а в 1958 г. был принят Закон об атомной энергии. На этом этапе страна всецело полагалась на США в развитии своей ядерной отрасли. Первый исследовательский реактор Южной Кореи, TRIGA Mark-II мощностью 100 кВт, начавший свою работу в 1962 г., был спроектирован американской компанией General Atomics. Кроме того, американская сторона контролировала весь ход сооружения объекта и взяла на себя половину расходов по данному проекту [17, p. 97]. В 1972 г. был запущен в эксплуатацию второй исследовательский реактор TRIGA Mark-III мощностью уже 2 МВт (2000 кВт) [17, p. 97–98].

В 1972 г. началось сооружение первой атомной станции страны – АЭС "Кори", а в 1978 г. первый её энергоблок был введён в эксплуатацию. Данный проект также был претворен в жизнь иностранным подрядчиком – американской компанией Westinghouse Electric Corporation [17, p. 100–102]. До конца XX века в строй были введены 16 энергоблоков, развитие атомной отрасли Южной Кореи на данном этапе отличало стремление к поэтапному сокращению участия иностранных компаний и к диверсификации поставщиков оборудования ради большей энергобезопасности. В частности, при сооружении первых четырёх энергоблоков АЭС "Большон" выбор был сделан в пользу тяжеловодных водо-водяных ядерных реакторов (тип PHWR, модель CANDU) производства Канады [32], а первые два энергоблока АЭС "Хануль" построены с использованием французских реакторов (тип PWR, модель France CPI) [15]. К середине 1980-х годов правительство Южной Кореи поставило задачу по созданию "национального" реактора. В качестве прототипа было выбрано решение американской компании Combustion Engineering – реактор модели System 80 (тип PWR). Необходимые лицензии были приобретены в 1987 г., на основе упомянутой выше модели был разработан реактор KSNP (Korean Standard Nuclear Power Plant, с 2005 г. носит название OPR-1000) [17, p. 106, 109]. 31 марта 1995 г. данный реактор впервые был введён в эксплуатацию на третьем энергоблоке АЭС "Ханбит". На всех энергоблоках, сооружённых после 2000 г., использу-

ются локализованные реакторы типа PWR модели OPR-1000 или её усовершенствованной разновидности APR-1400.

Ядерная энергетика Республики Корея продолжила своё динамичное развитие и в XXI веке. В 2000–2010 в строй были введены 4 энергоблока; принятый при президенте Ли Мёнбаке в 2010 г. Пятый базовый план спроса и предложения на электроэнергию (на 2010–2024 гг.) предполагал сооружение 14 новых энергоблоков к 2024 г. [35, p. 28]. В 2010-х годах, однако, отрасль столкнулась с вызовами – уже упомянутая на страницах данной работы авария на японской АЭС "Фукусима-1" повлекла масштабные проверки южнокорейских АЭС на предмет соблюдения протоколов безопасности. Возросла и радиофобия в южнокорейском обществе – в этом отношении показателен опрос жителей города Самчхок, где планировалось возведение новой атомной электростанции: если в марте 2011 г. (до катастрофы в Японии), 75 % респондентов высказались в поддержку размещения АЭС в своем городе, то уже семь месяцев спустя уровень одобрения проекта упал до 50 % [24]. Следующее замедление темпов развития отрасли связано с приходом в 2017 г. к власти президента Мун Чжэина, предвыборным обещанием которого был поэтапный отказ от ядерной энергетики. Основные положения его политики в энергетической сфере предполагали развитие энергетики с ориентацией на производство электроэнергии с помощью возобновляемых источников и сжиженного природного газа.

Однако довольно быстро стало понятно, что планы правительства подрывают стабильность национальной энергосистемы, они не оправданы с экономической точки зрения и не способствуют борьбе с изменением климата. Правительство президента Юн Согёля, занявшего свой пост в мае 2022 г., осознавая недочеты энергетического курса прошлой администрации и принимая во внимание нестабильную ситуацию на мировом энергетическом рынке, отказалось от планов по сокращению использования атомной энергии. Более того, новый президент возлагает большие надежды на развитие атомной энергетики, уделяя особое внимание поддержке экспорта достижений южнокорейского "мирного атома". На начало 2024 г. страна располагает 26 реакторами установленной мощностью 25,83 ГВт, ещё 2 реактора суммарной мощностью 2,68 ГВт находятся в стадии сооружения [22].

Республика Корея имеет два основных экспортных продукта в атомной сфере. Первый – реактор модели APR-1400. На территории самой Южной Кореи эксплуатируется 4 энергоблока с его использованием, 2 строятся, 2 находятся на согласовании. Четыре реактора этой модели используются на АЭС "Барака" в ОАЭ. [11]. Основной недостатком данных реакторов заключается в зависимости от американской интеллектуальной собственности (Combustion Engineering, на разработках которой был создан OPR-1000, предшественник APR-1400, была поглощена Westinghouse Electric). Судебные разбирательства с Westinghouse Electric и необходимость получения одобрения Министерства энергетики США на экспорт технологий тормозят потенциал данного проекта и могут помешать реализации планов по строительству АЭС южнокорейского проекта в Чехии и Польше [31]. Вторым экспортным продуктом является малогабаритный реактор SMART (System-integrated Modular Advanced Reactor). На момент написания настоящей работы реакторы этой модели ещё нигде не эксплуатируются, в качестве одной из первых площадок рассматривается канадская провинция Альберта. Также озвучиваются планы выхода на рынки США, Индии и Узбекистана [8].

Тайвань

Интерес тайваньского правительства к ядерным исследованиям возник почти сразу после поражения Чан Кайши и его сил в гражданской войне. Он был связан с амбициями по возвращению контроля над материковым Китаем и относился в первую очередь к военным атомным технологиям. На этом этапе гражданская ядерная программа рассматривалась правительством острова как своего рода "прикрытие" для военных исследований. В 1955 г. Тайвань и США достигли соглашения о сотрудничестве в мирном использовании атомной энергии, что по-

зволило Тайбэю получить ключевые технологии и отправить ученых и военных за границу для обучения. В 1968 г. был учрежден Институт исследований ядерной энергии (INER), который был тесно связан с военными, хотя правительство публично настаивало на том, что его деятельность носит исключительно гражданский характер. В 1969 г. Тайвань приобрел у Канады, а в 1973 г. ввёл в эксплуатацию исследовательский тяжеловодный реактор, позволявший нарабатывать оружейный плутоний [28, p. 101]. Военные ядерные исследования не являются объектом исследования настоящей работы, а потому относительно них лишь отметим, что под давлением США все они были свёрнуты к 90-м годам XX века.

Проект первой атомной станции Тайваня – АЭС "Цзиньшань" был одобрен в августе 1969 г. В 1970 г. для неё были приобретены два реактора типа BWR-4 производства американской компании General Electric мощностью 636 МВт каждый [18, p. 159, 162]. Оба энергоблока были введены в эксплуатацию в 1977 и 1978 гг. Нефтяной кризис 1973 г. продемонстрировал, насколько опасна зависимость от импорта ископаемых энергоресурсов, и ускорила процесс одобрения строительства новых станций – в 1975 г. началось строительство АЭС "Куошен". Два её реактора типа BWR-6 производства General Electric мощностью 985 МВт каждый были введены в эксплуатацию в 1981 и 1982 гг. В 1984 и 1985 гг. на юге острова были сооружены два энергоблока АЭС "Мааншань", использующие два реактора типа PWR мощностью 937 МВт каждый [23]. В 1985 был достигнут пик установленной мощности АЭС страны – 5,05 ГВт [18, p.162].

Динамичное развитие "мирного атома" на Тайване было остановлено политическими изменениями, произошедшими на острове в середине 1980-х годов. В 1987 г. было отменено военное положение и начат процесс демократизации. В авангарде этого процесса встала сформированная в 1986 г. Демократическая Прогрессивная Партия (ДПП). Изменения в политической жизни Тайваня происходили одновременно с мировым кризисом в сфере "мирного атома", вызванным аварией на Чернобыльской АЭС. Молодая партия воспользовалась этим, сделав противодействие ядерной энергетике одним из пунктов своей программы. В 1990-е годы основным объектом политической дискуссии о будущем энергетике острова стало строительство четвертой атомной станции Тайваня – АЭС "Лунгмень". Предполагалось строительство двух энергоблоков с реакторами третьего поколения типа ABWR японского производства. Общая мощность данной АЭС должна была составить 2700 МВт, что сделало бы её крупнейшей в Тайване. Сооружение началось в 1999 г., однако пришедший к власти на президентских выборах 2000 г. представитель ДПП Чэнь Шуйбянь заморозил строительство. Гоминьдан, сохранявший на тот момент контроль над парламентом, начал давление на президента, парализовав работу исполнительной власти. Это вынудило ДПП пойти на уступки, в результате чего строительство станции было возобновлено [23].

Противостояние ДПП и Гоминьдана вновь обострилось в 2011 г. после аварии на АЭС "Фукусима-1". ДПП настаивала на необходимости срочно переходить на возобновляемые источники энергии. Опасаясь общественных волнений, теперь уже Гоминьдан и находившийся в тот период на президентском посту его представитель Ма Инцзю были вынуждены пойти на уступки и остановить строительство АЭС "Лунгмень", хотя на тот момент первый энергоблок уже был готов к пуску. В апреле 2014 г. первый энергоблок АЭС был законсервирован, а строительство второго было заморожено [29]. В 2016 г. на президентских выборах одержала победу кандидат от ДПП Цай Инвэнь. Одним из пунктов её предвыборной программы был полный отказ от использования АЭС к 2025 г. Вскоре, однако, выяснилось, что реализовать эти планы без ущерба для энергосистемы будет непросто. На 2016 г. доля атомной энергии в энергобалансе страны составляла 13,5%. Компенсировать столь значительный выпадающий объём генерации развитием "зелёной" энергетике не удалось – на острове стали возникать перебои с электроэнергией. Перед ДПП встал выбор: либо продолжать реализовывать декларируемую политику в энергетической сфере, подвергая дальнейшим рискам экономику и энергобезопасность; либо пересмотреть планы, рискуя оттолкнуть часть электората.

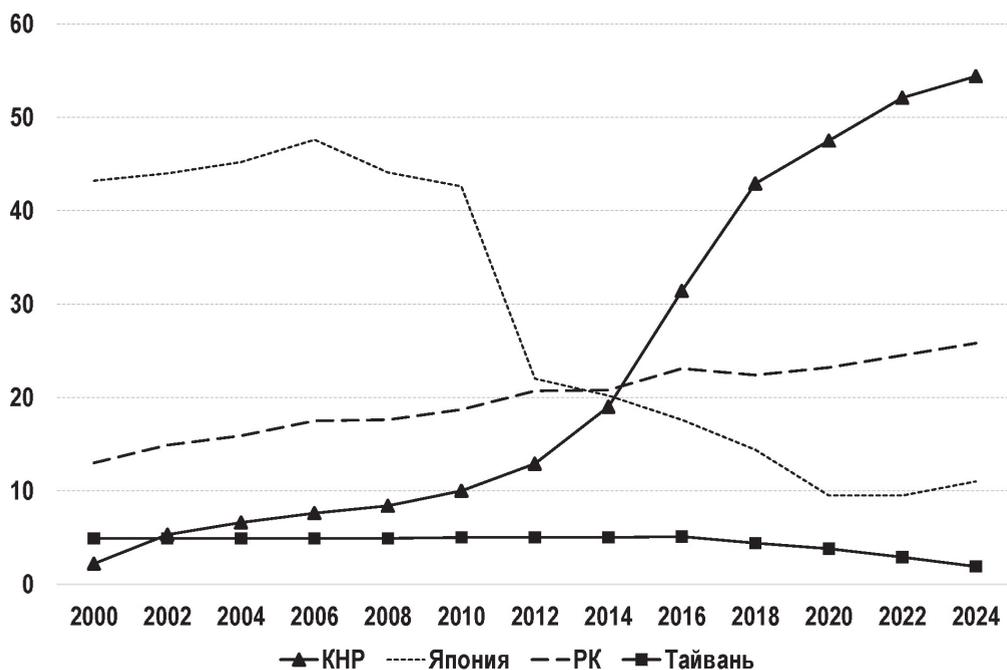


Рис. 1. Динамика суммарной мощности АЭС стран СВА в 2000–2024 гг. (в ГВт).

Источник: [20; 21; 22; 23].

Fig. 1. Dynamics of the total capacity of Northeast Asia countries nuclear power plants in 2000–2024 (in GW).

Source: [20; 21; 22; 23].

Было принято решение о проведении референдума, который состоялся 24 ноября 2018 г. параллельно с выборами в местные органы самоуправления. На референдуме большинство граждан высказалось против отказа от ядерной энергетики, а на региональных выборах победу одержал Гоминьдан. В итоге парламент пообещал отменить план по отказу от АЭС к 2025 г [7].

Тем не менее тайваньское общество осталось в значительной степени разделённым по этому вопросу, а принятое в 2018 г. решение не стало окончательным. На последнем на данный момент референдуме по вопросу ввода в эксплуатацию законсервированной АЭС "Лунгмень", состоявшемся 18 декабря 2021 г., большинство граждан не поддержало эту инициативу [27]. 40-летние сроки эксплуатации энергоблоков АЭС "Цзиньшань" и АЭС "Куошен" истекли и в отсутствие заявок на продление срока службы они были закрыты в 2018–2019 и 2021–2023 гг. соответственно. Сроки эксплуатации энергоблоков АЭС "Мааншань" истекают 26 июля 2024 г. и 17 мая 2025 г., заявки на продление по ним также не были поданы.

Во время президентской гонки 2024 г. основные оппозиционные партии Тайваня выступали за возобновление эксплуатации выведенных из эксплуатации АЭС. Избранный от партии ДПП президент Лай Циндэ намерен продолжать энергетическую политику своей предшественницы, однако и он заявил о возможности использования атомной энергии при решении проблем безопасности и утилизации ядерных отходов [12]. Отказ от ядерной энергетики может сделать Тайвань более уязвимым в эпоху повышенной геополитической напряженности, так как повышает зависимость от внешних поставщиков и морских торговых путей. Тем не менее Тайвань ещё сохраняет возможность пересмотреть отношение к ядерной энергетике, однако времени для такого шага остается всё меньше.

Заключение

Общая динамика ядерной энергетики в СВА представлена на рисунке 1. График наглядно иллюстрирует тенденции, изложенные в основной части работы, а именно: устойчивый рост, ставший близким к экспоненциальному в Китае в 2012–2018 гг. с некоторым замедлением в более поздний период; стагнацию с резким снижением из-за аварии на АЭС "Фукусима-1" в Японии; планомерное увеличение мощности в Республике Корея; застой, а затем и снижение мощностей атомной генерации на Тайване из-за доминирования противников ядерной энергетики.

Наблюдаемые тенденции позволяют заявить о смене лидеров в развитии ядерной энергетики в СВА к середине 2010-х годов. Безоговорочное первенство в отрасли занял Китай. В абсолютных цифрах мощность его атомной генерации значительно больше, чем у любой другой страны в СВА. Однако в масштабах страны ядерная энергетика давно уступила "зелёной".

Стратегические соображения, такие как необходимость диверсифицировать сектор электроэнергетики и защититься от скачков цен на энергоресурсы в связи с обострениями международной обстановки, желание сохранить позиции на высококонкурентном рынке экспорта атомных технологий, а также стремление сохранить потенциал для перспективы создания ядерного оружия, перевесили общественные опасения и продиктовали необходимость сохранения атомной энергетики в Японии и Республике Корея. Но если в Южной Корее правительству удалось воздержаться от резких шагов, то в Японии большая часть мощностей была выведена из эксплуатации.

Указанные страны всё более активно включаются в конкуренцию на перспективных рынках с пионерами отрасли – Россией, США и Францией. Позиция Тайваня несколько выбивается из этого ряда, однако и там высшее политическое руководство оставляет за островом право вернуться к ядерной энергетике в случае серьёзных угроз национальной безопасности. Дополнительным фактором в пользу отказа от АЭС на Тайване могло послужить отсутствие экспортного потенциала – на острове использовались исключительно импортные реакторы, вследствие чего в роли экспортёра атомных технологий он никогда не выступал.

В целом мы можем говорить о том, что "синдром Фукусимы" оказал значительное, однако не фатальное влияние на атомную отрасль региона. Указанный процесс подорвал позиции прежнего лидера – Японии, однако наиболее ярко его негативное воздействие проявилось на Тайване.

Литература

1. Гончарук А. В. Атомная отрасль Китая: Новый большой скачок? // Индекс безопасности. 2011. № 4. С. 77–88.
2. Доценко В.Н. Атомная энергетика Японии: Техничко-экономические и социальные аспекты. М.: Наука, 1989. 176 с.
3. Заглязьминская Е. О. Экспорт ядерно-энергетических технологий КНР: между политикой и экономикой / Е. О. Заглязьминская, В. А. Сычев // Россия и АТР. 2021. № 2. С. 121–141.
4. Новости – BWRX-300 // Информационный портал Атомная энергия 2.0. URL: <https://www.atomic-energy.ru/BWRX-300> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Пасмурцев А. В. Атомная энергетика Японии во второй половине XX- начале XXI в.: динамика развития, достижения и проблемы // Вестник центра изучения международных отношений в азиатско-тихоокеанском регионе. Т. 5. Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2021. С 31–43.
6. Стрельцов Д.В. Уроки Фукусимы: куда пойдет развитие национальной электроэнергетики? // Вестник МГИМО-Университета. 2012. №1. С. 108–113.
7. Aspinwall N. Cabinet Says It Will Cancel Plan to Abolish Nuclear Energy by 2025 // The News Lens: website. 06.12.2018. URL: <https://international.thenewslens.com/feature/bluewave/109658> (дата обращения: 15.04.2024).
8. Chang Dong-woo. Hyundai Engineering, KAERI sign MOU for small modular reactor export cooperation / Chang Dong-woo // Yonhap News. 12.12.2023. URL: <https://en.yna.co.kr/view/AEN20231212003500320> (дата обращения: 15.04.2024).
9. China inks \$8 bln nuclear power plant deal in Argentina // Reuters: website. 02.02.2022. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/china-inks-nuclear-power-plant-deal-with-argentina-2022-02-02/> (дата обращения: 15.04.2024).

10. China's new nuclear baby // World Nuclear News. 02.09.2014. URL: <https://www.world-nuclear-news.org/E-Chinas-new-nuclear-baby-0209141.html> (дата обращения: 15.04.2024).
11. Ferziger J.H. Barakah nuclear plant's fourth unit connected to UAE grid / J.H.Ferziger // Circuit.news. 25.03.2024. URL: <https://circuit.news/2024/03/25/barakah-nuclear-plants-fourth-unit-connected-to-uae-grid/> (дата обращения: 15.04.2024).
12. Gov't will not rule out nuclear power if safety is guaranteed: DPP's Lai // Focus Taiwan. 19.10.2023. URL: <https://focustaiwan.tw/politics/202310190018> (дата обращения: 15.04.2024).
13. Guang Y., Wenjie H. The Status Quo of China's nuclear power and the Uranium Gap Solution // Energy Policy. 2010. № 2. С. 966–975.
14. Guidelines of the Eleventh Five-Year Plan for National Economic and Social Development // Asia Pacific Energy Portal. URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/11th%20Five-Year%20Plan%20%282006-2010%29%20for%20National%20Economic%20and%20Social%20Development%20%28EN%29.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
15. Hanul Nuclear Power Site // Korea Hydro Nuclear Power. URL: <https://nutech.khnp.co.kr/eng/contents.do?key=2002> (дата обращения: 15.04.2024).
16. JPDR (Japan Power Demonstration Reactor) // International Atomic Energy Agency Database. URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=333> (дата обращения: 15.04.2024).
17. Lee, T. J., Lee, Y. J. Technological Catching-up of Nuclear Power Plant in Korea: The Case of OPR1000 // Asian Journal of Innovation and Policy. 2016. № 1. P. 92–115.
18. Ness P. V., Gurtov M. Learning from Fukushima: Nuclear power in East Asia / P. V. Ness., M. Gurtov. Canberra, ACT.: ANU Press, 2017. 386 p.
19. New Japanese regulator takes over // World Nuclear News. 19.09.2012 URL: https://www.world-nuclear-news.org/rs-new_japanese_regulator_takes_over-1909125.html (дата обращения: 15.04.2024).
20. Nuclear Energy Information Library – China // World Nuclear Association Database. URL: <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx> (дата обращения: 15.04.2024).
21. Nuclear Energy Information Library – Japan // World Nuclear Association Database. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power.aspx> (дата обращения: 15.04.2024).
22. Nuclear Energy Information Library – South Korea // World Nuclear Association Database. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx> (дата обращения: 15.04.2024).
23. Nuclear Energy Information Library – Taiwan // World Nuclear Association Database. URL: <https://world-nuclear.org/Information-Library/Country-Profiles/Others/Nuclear-Power-in-Taiwan> (дата обращения: 15.04.2024).
24. O'Donnell, Jill Kosch. Nuclear power in South Korea's Green Growth strategy // Council on foreign relations. 28.06.2013. URL: <https://www.cfr.org/report/nuclear-power-south-koreas-green-growth-strategy#chapter-title-0-3> (дата обращения: 15.04.2024).
25. Outline of Strategic Energy Plan, October, 2021 // Agency for Natural Resources and Energy. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
26. Ramana M. V. Nuclear power and the public / M.V. Ramana // Bulletin of the Atomic Scientists. 03.08.2011. URL: <https://thebulletin.org/2011/08/nuclear-power-and-the-public/> (дата обращения: 15.04.2024).
27. Resumption of Fourth Nuclear Power Plant rejected // Taipei Times. 19.12.2021. URL: <https://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2021/12/19/2003769851> (дата обращения: 15.04.2024).
28. Solingen E. Nuclear Logics: Contrasting Paths in East Asia and the Middle East / E. Solingen. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2007. 424 p.
29. Taiwan to halt construction of fourth nuclear power plant // Reuters: website. 28.04.2014. URL: <https://www.reuters.com/article/idUSL3N0NJ08C/> (дата обращения: 15.04.2024).
30. Toshiba scraps project to build ABWRs in Texas // World Nuclear News. 31.05.2018. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Toshiba-scraps-project-to-build-ABWRs-in-Texas> (дата обращения: 15.04.2024).
31. US stalls South Korea's NPP export plans // Nuclear Engineering International: website. 11.04.2023. URL: <https://www.neimagazine.com/news/newsus-stalls-south-koreas-npp-export-plans-10747925> (дата обращения: 15.04.2024).
32. Wolsong Nuclear Power Site // Korea Hydro Nuclear Power. URL: <https://nutech.khnp.co.kr/eng/contents.do?key=2001> (дата обращения: 15.04.2024).
33. 中国核工业65周年发展之路：从筚路蓝缕到完整核工业产业链 // 中国核电信息网, 2020年1月18日 = Путь развития атомной отрасли Китая к 65-летию: от тернистой дороги к полной производственной цепочке атомной отрасли, 1 января 2020 г. // Heneng.net.cn: сайт. URL: <http://www.heneng.net.cn/home/zc/infotwo/id/58078/sid/9/catId/162.html> (дата обращения: 15.04.2024).
34. 中华人民共和国2023年国民经济和社会发展统计公报, 2024年2月29日 = Статистический отчет об экономической и социальной деятельности КНР за 2023 год, 29 февраля 2024 г. // Национальное бюро статистики Китая: сайт. URL: https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html (дата обра-

щения: 15.04.2024).

35. 제5차 전력수급기본계획 (2010 ~ 2024년) // 지식 경제부. 2010. = 5-й Базовый план спроса и предложения на электроэнергию (2010–2024 гг.) // Министерство экономики и знаний РК. 2010.

References

1. Goncharuk A. V. Chinese nuclear industry: A new big leap? // Security index. 2011. No. 4. P. 77–88. (In Russ.).
2. Dotsenko V. N. Nuclear energy in Japan: Technical, economic, and social aspects. M.: Nauka, 1989. 176 p. (In Russ.).
3. Zakliazminskaia E. O., Sychev V. A. Export of China's nuclear power technologies: between politics and economy // Russia and the Pacific. 2021. No. 2. P. 121–141. (In Russ.).
4. News – BWRX-300 // Information portal Nuclear energy 2.0. URL: <https://www.atomic-energy.ru/BWRX-300> (accessed 15.04.2024) (In Russ.).
5. Pasmurcev A. V. Nuclear power industry in Japan in the second half of the XX – early XXI centuries: The dynamics of the development, achievements and challenges. Vol. 5. Khabarovsk: PNU Press, 2021. P. 31–43. (In Russ.).
6. Streltsov D. V. The Lessons of Fukushima: Where Will the National Power Industry Proceed in the Future? // MGIMO Review of International Relations. 2012. No. 1. P. 108–113. (In Russ.).
7. Aspinwall N. Cabinet Says It Will Cancel Plan to Abolish Nuclear Energy by 2025 // The News Lens: website. 06.12.2018. URL: <https://international.thenewslens.com/feature/bluewave/109658> (accessed 15.04.2024).
8. Chang Dong-woo. Hyundai Engineering, KAERI sign MOU for small modular reactor export cooperation / Chang Dong-woo // Yonhap News. 12.12.2023. URL: <https://en.yna.co.kr/view/AEN20231212003500320> (accessed 15.04.2024).
9. China inks \$8 bln nuclear power plant deal in Argentina // Reuters: website. 02.02.2022. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/china-inks-nuclear-power-plant-deal-with-argentina-2022-02-02/> (accessed 15.04.2024).
10. China's new nuclear baby // World Nuclear News. 02.09.2014. URL: <https://www.world-nuclear-news.org/E-Chinas-new-nuclear-baby-0209141.html> (accessed 15.04.2024).
11. Ferziger J.H. Barakah nuclear plant's fourth unit connected to UAE grid / J.H.Ferziger // Circuit.news. 25.03.2024. URL: <https://circuit.news/2024/03/25/barakah-nuclear-plants-fourth-unit-connected-to-uae-grid/> (accessed 15.04.2024).
12. Gov't will not rule out nuclear power if safety is guaranteed: DPP's Lai // Focus Taiwan. 19.10.2023. URL: <https://focustaiwan.tw/politics/202310190018> (accessed 15.04.2024).
13. Guang Y., Wenjie H. The Status Quo of China's nuclear power and the Uranium Gap Solution // Energy Policy. 2010. №2. – С. 966–975.
14. Guidelines of the Eleventh Five-Year Plan for National Economic and Social Development // Asia Pacific Energy Portal. URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/11th%20Five-Year%20Plan%20%282006-2010%29%20for%20National%20Economic%20and%20Social%20Development%20%28EN%29.pdf> (accessed 15.04.2024).
15. Hanul Nuclear Power Site // Korea Hydro Nuclear Power. URL: <https://nutech.khnp.co.kr/eng/contents.do?key=2002> (accessed 15.04.2024).
16. JPDR (Japan Power Demonstration Reactor) // International Atomic Energy Agency Database. URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=333> (accessed 15.04.2024).
17. Lee, T. J., Lee, Y. J. Technological Catching-up of Nuclear Power Plant in Korea: The Case of OPR1000 // Asian Journal of Innovation and Policy. 2016. №1. P. 92–115.
18. Ness P. V., Gurtov M. Learning from Fukushima: Nuclear power in East Asia / P. V. Ness., M. Gurtov. Canberra, ACT.: ANU Press, 2017. 386 p.
19. New Japanese regulator takes over // World Nuclear News. 19.09.2012 URL: https://www.world-nuclear-news.org/rs-new_japanese_regulator_takes_over-1909125.html (accessed 15.04.2024).
20. Nuclear Energy Information Library – China // World Nuclear Association Database. URL: <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx> (accessed 15.04.2024).
21. Nuclear Energy Information Library – Japan // World Nuclear Association Database. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power.aspx> (accessed 15.04.2024).
22. Nuclear Energy Information Library – South Korea // World Nuclear Association Database. URL: <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx> (accessed 15.04.2024).
23. Nuclear Energy Information Library – Taiwan // World Nuclear Association Database. URL: <https://world-nuclear.org/Information-Library/Country-Profiles/Other/Nuclear-Power-in-Taiwan> (accessed 15.04.2024).
24. O'Donnell, Jill Kosch. Nuclear power in South Korea's Green Growth strategy // Council on foreign relations. 28.06.2013. URL: <https://www.cfr.org/report/nuclear-power-south-koreas-green-growth-strategy#chapter-title-0-3> (accessed 15.04.2024).

25. Outline of Strategic Energy Plan, October, 2021 // Agency for Natural Resources and Energy. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf (accessed 15.04.2024).
26. Ramana M. V. Nuclear power and the public / M.V. Ramana // Bulletin of the Atomic Scientists. 03.08.2011. URL: <https://thebulletin.org/2011/08/nuclear-power-and-the-public/> (accessed 15.04.2024).
27. Resumption of Fourth Nuclear Power Plant rejected // Taipei Times. 19.12.2021. URL: <https://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2021/12/19/2003769851> (accessed 15.04.2024).
28. Solingen E. Nuclear Logics: Contrasting Paths in East Asia and the Middle East / E. Solingen. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2007. 424 p.
29. Taiwan to halt construction of fourth nuclear power plant // Reuters: website. 28.04.2014. URL: <https://www.reuters.com/article/idUSL3N0NJ08C/> (accessed 15.04.2024).
30. Toshiba scraps project to build ABWRs in Texas // World Nuclear News. 31.05.2018. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Toshiba-scraps-project-to-build-ABWRs-in-Texas> (accessed 15.04.2024).
31. US stalls South Korea's NPP export plans // Nuclear Engineering International: website. 11.04.2023. URL: <https://www.neimagazine.com/news/newsus-stalls-south-koreas-npp-export-plans-10747925> (accessed 15.04.2024).
32. Wolsong Nuclear Power Site // Korea Hydro Nuclear Power. URL: <https://nutech.khnp.co.kr/eng/contents.do?key=2001> (accessed 15.04.2024).
33. China's nuclear industry development path to the 65th anniversary: from the rough road to the complete nuclear industry supply Chain, January 1, 2020 // Heneng.net.cn: website. URL: <http://www.heneng.net.cn/home/zc/infotwo/id/58078/sid/9/catId/162.html> (accessed 15.04.2024) (In Chin.).
34. Statistical Bulletin of the People's Republic of China on National Economic and Social Development in 2023, February 29, 2024 // National Bureau of Statistics of China: website. URL: https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html (accessed 15.04.2024) (In Chin.).
35. The 5th Basic Plan for Electricity Supply and Demand (2010 ~ 2024) // Ministry of Knowledge Economy. 2010. (In Kor.).



Максим Валерьевич КОРНИЮК, студент Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток, Россия, e-mail: maksim030400@yandex.ru

Maksim V. KORNIYUK, Student, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, e-mail: maksim030400@yandex.ru

Поступила в редакцию
(Received) 18.04.2024

Одобрена после рецензирования
(Approved) 21.05.2024

Принята к публикации
(Accepted) 08.06.2024