

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2019, №2, Том 6 / 2019, No 2, Vol 6 <https://resources.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/07ECOR219.pdf>

DOI: 10.15862/07ECOR219 (<http://dx.doi.org/10.15862/07ECOR219>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Алиев Р.А., Аникин Д.В. Перспективы развития солнечной энергетики на территории бывшей акватории Аральского моря // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019 №2, <https://resources.today/PDF/07ECOR219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/07ECOR219

**For citation:**

Aliev R.A., Anikin D.V. (2019). Prospects of the development of the solar energy industry on the territory of the former water area of the Aral Sea. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 2(6). Available at: <https://resources.today/PDF/07ECOR219.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/07ECOR219

**УДК 330.15**

**ГРНТИ 06.91**

**Алиев Руслан Аллахверди оглы<sup>1</sup>**

ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», Москва, Россия  
Заведующий кафедрой «Международных комплексных проблем природопользования и экологии»  
Кандидат экономических наук  
E-mail: [ecology@inno.mgimo.ru](mailto:ecology@inno.mgimo.ru)  
РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=258070](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=258070)

**Аникин Дмитрий Викторович**

ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», Москва, Россия  
Студент кафедры «Международных комплексных проблем природопользования и экологии»  
E-mail: [anikindima@inbox.ru](mailto:anikindima@inbox.ru)

## **Перспективы развития солнечной энергетики на территории бывшей акватории Аральского моря**

**Аннотация.** Статья посвящена анализу перспектив развития солнечной энергетики на территории бывшей акватории Аральского моря. Основная цель статьи – определить ключевые условия, способствующие развитию солнечной энергетики в регионе Аральского моря, дать оценку ожидаемой выработки энергии электростанциями, расположенными на этой территории, а также изложить ключевые последствия реализации проектов в данной сфере энергетики. В качестве методической основы статьи были использованы методы контент-анализа, статистического анализа и научного синтеза, которые позволили произвести оценку потенциальной выработки энергии солнечными панелями по одной из методик расчета мощности солнечных электростанций и сформулировать ключевые аспекты развития солнечной энергетики в Казахстане и Узбекистане в целом, и на территории бывшей акватории Аральского моря в частности. Также для расчетов, приведенных в статье, была использована Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. На основе материалов, изложенных в этой статье, авторы получили следующие результаты: во-первых, анализ климатических условий и

<sup>1</sup> <https://mgimo.ru/people/aliev/>.

показателей солнечной радиации позволил сделать вывод о том, что данный регион характеризуется высоким потенциалом развития солнечной энергетики, во-вторых, наличие обширных минеральных ресурсов позволяет сформировать в регионе высокотехнологичный кластер энергетической промышленности. Ключевой вывод состоит в том, что развитие солнечной энергетики на территории бывшей акватории Аральского моря окажет комплексное позитивное влияние на экономику, социальную сферу и окружающую среду Арала и Приаралья. Результатом воплощения проектов является создание новых рабочих мест, привлечение инвестиций в регионы Приаралья. Полученные выводы и результаты исследования могут быть использованы при разработке региональных и локальных программ стимулирования инвестиций в сфере возобновляемой энергетики.

**Ключевые слова:** энергетика; возобновляемая энергетика; солнечная энергетика; Казахстан; Узбекистан; Аральское море; устойчивое развитие; Парижское соглашение

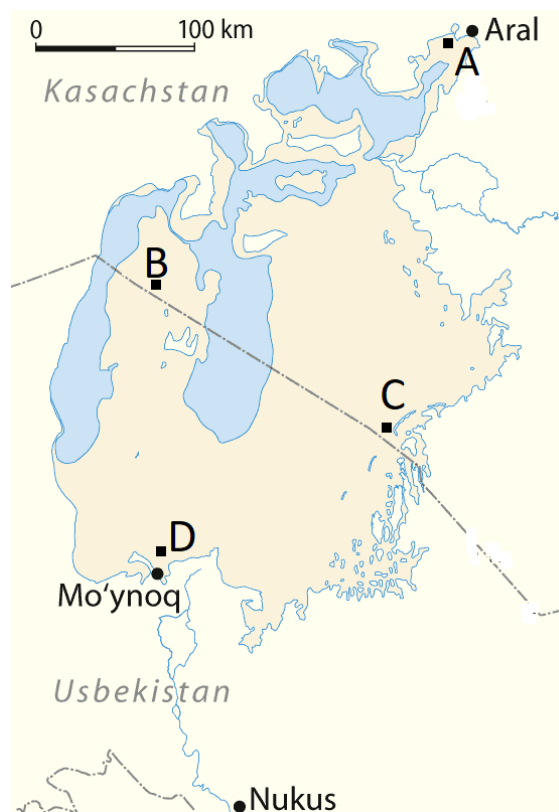
Побережье Аральского моря во второй половине XX века являлось одним из центров пищевой промышленности Средней Азии. Водный объект обладал уникальной и разнообразной экосистемой, которая представляла широкие возможности для ее освоения. В 1970-ые годы в акватории Арала обитало 34 вида рыб, половина из которых имела промысловое значение. По данным 1970–1980 годов в озере ежегодно вылавливалось более 50 тысяч тонн рыбы, на побережье Арала располагались десять рыбозаводов, два консервных комбината, более шестидесяти рыбоприёмных пунктов, на которых было занято около пяти тысяч человек [1].

Процесс обмеления озера, который активно протекает с 1960-ых годов привел к негативным последствиям как для экосистемы водоема, так и для населения региона. В бассейн Арала входят две крупнейшие реки Средней Азии Сырдарья и Амударья, они протекают по территории шести стран: Узбекистан, Туркмения, Афганистан, Казахстан, Таджикистан, Киргизия. Активное использование странами водных ресурсов рек для орошения и возведение гидротехнических сооружений являются основными причинами обмеления водоёма [2]. В 1989 году единый ранее водный объект распался на два изолированных озера Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. На сегодня площадь озера сократилась в 6 раз по сравнению с 1960 годом. Уменьшение поступления воды в озеро стало причиной экологического и социального бедствия региона Приаралья, в регионе была разрушена полноценная отрасль экономики – рыболовство [3]. Данная сфера экономики была ключевой для всех прибрежных населенных пунктов, упадок отрасли привел к безработице, а в последствии и массовой миграции населения из региона.

В настоящее время земли высохшей акватории Аральского моря удалены из хозяйственного оборота, их использование для целого ряда отраслей экономики (сельского хозяйства, промышленности) невозможно, ввиду засоленности почв, климатических условий, пылевых бурь [4]. По этой причине необходимо рассмотреть возможность использования этих земель для альтернативных нужд, например возобновляемой энергетики. Данная отрасль не требует постоянного присутствия персонала и обслуживания, кроме того, существует целый ряд факторов, способствующих её развитию в данном регионе, которые будут описаны далее.

Высокие показатели инсоляции и средней месячной дневной суммарной солнечной радиации являются факторами, способствующими стабильной выработке энергии солнечными комплексами. Данные показатели непосредственно важны для расчета перспективной эффективности солнечных электростанций. В таблице 1 и 2 представлены результаты анализа средней месячной дневной суммарной радиации и выработки энергии монокристаллической солнечной панели оптимального угла наклона общей площадью 1 м<sup>2</sup> эффективностью 0,16 в

четырёх точках территории осушенного дна Аральского моря. Точки для анализа (рис. 1) были выбраны для того, чтобы наиболее полно отразить потенциал развития солнечной энергетики данной местности, а также исходя из климатических условий, характера поверхности и близости к потребителю. Стоит отметить, что высота всех четыре точек превышает 50 метров над уровнем моря, нынешний уровень озера составляет 29 метров, таким образом они не находятся в зоне возможного подтопления.



*Рисунок 1. Положение анализируемых точек на карте дна Аральского моря<sup>2</sup>*

В основе расчетов лежат методы, представленные в работе Г.П. Охоткина «Методика расчета мощности солнечных электростанций», исследование описывает методику расчета мощности солнечных электростанций, принимая во внимание нагрузку в сети и ёмкость аккумулятора [5].

Средняя месячная дневная выработка энергии определялась по формуле (1) [6]:

$$E_{сб} = \frac{E_{инс} \cdot P_{сб} \cdot \eta}{P_{инс}}, \quad (1)$$

где:  $E_{сб}$  – средняя месячная дневная выработка энергии;  $E_{инс}$  – средняя месячная дневная суммарная солнечная радиация на ориентированную поверхность;  $P_{сб}$  – номинальная мощность солнечной батареи;  $\eta$  – общий КПД передачи электрического тока по проводам, контроллера солнечной батареи и инвертора при преобразовании низковольтного постоянного напряжения в стандартное;  $P_{инс}$  – максимальная мощность инсоляции квадратного метра земной поверхности (1000 Вт).

<sup>2</sup> Составлено авторами на основе изображения интернет-портала Emaze URL: <https://www.emaze.com/@ATOZCQWF/desertifikation> (Дата обращения: 24.04.2019)

**Таблица 1**

**Средняя месячная дневная суммарная солнечная радиация на ориентированную поверхность, кВт·ч/м<sup>2</sup> в день**

	Точка А (46.748, 61.621)	Точка В (45.612, 58.907)	Точка С (44.671, 60.864)	Точка D (43.844, 59.077)
Январь	2,4	2,79	2,08	4,17
Февраль	3,44	4,11	2,86	5,41
Март	4,63	5,19	4,3	6,25
Апрель	6,83	6,89	6,75	7,45
Май	7,95	7,92	7,96	8,56
Июнь	8,2	8,36	8,38	9,1
Июль	8,37	8,38	8,64	9,24
Август	7,4	7,54	7,68	8,48
Сентябрь	6,5	6,63	6,71	8,28
Октябрь	4,71	4,77	4,91	6,53
Ноябрь	2,91	2,88	3,03	4,51
Декабрь	2,18	2,31	2,12	3,87
Год	5,46	5,65	5,46	6,82

*Составлено авторами*

**Таблица 2**

**Средняя месячная дневная выработка энергии солнечной электростанции, кВт·ч/день**

	Точка А	Точка В	Точка С	Точка D
Январь	0,38	0,44	0,33	0,64
Февраль	0,54	0,64	0,45	0,82
Март	0,7	0,78	0,65	0,91
Апрель	0,98	0,99	0,96	1,04
Май	1,1	1,1	1,1	1,16
Июнь	1,1	1,12	1,13	1,2
Июль	1,12	1,12	1,15	1,21
Август	1	1,01	1,03	1,11
Сентябрь	0,91	0,93	0,94	1,12
Октябрь	0,69	0,7	0,72	0,92
Ноябрь	0,45	0,44	0,46	0,67
Декабрь	0,34	0,37	0,33	0,59
Год	0,78	0,8	0,77	0,95

*Составлено авторами*

Из таблицы 2 следует, что территория дна Арала имеет обширные ресурсы для развития солнечной энергетики. Наибольшей выработкой будет обладать станция, расположенная в точке D. Размещенная в этой точке солнечная электростанция (СЭС) мощностью 100 МВт будет обладать ожидаемой годовой выработкой около 150 гигаватт-час энергии. Ввод в эксплуатацию данной электростанции позволит сократить выбросы углекислого газа в атмосферу примерно на 80 тысяч тонн в год [7]. Станции, расположенные в точках А, В, С по расчету будут обладать практически равными показателями средней дневной выработки энергии при заданных параметрах в пределах 0,77–0,8 кВт·ч/день, однако и этот показатель достаточно высок и говорит о рентабельности возведения здесь солнечной электростанции. Отдельно стоит отметить сезонные изменения показателей выработки, это определяет необходимость сохранения резервных мощностей для обеспечения стабильного энергоснабжения в зимний период. Казахстан ратифицировал Парижское соглашение в октябре 2016 года, и таким образом взял на себя обязательства сократить эмиссию парниковых газов на 15 % по отношению к 1990

года<sup>3</sup>. Освоение ресурсов солнечной энергетики является одним из приоритетных направлений достижения целевых показателей, обозначенных в соглашении.

Проекты солнечной энергетики в сходных климатических условиях и при подобных показателях солнечной радиации реализованы в Китае (Внутренняя Монголия, Синьцзян, Ганьсу, Цинхай) и Бразилии. Особенностью развития солнечной энергетики региона Внутренняя Монголия КНР заключается в том, что регион не только обеспечивает собственные потребности, но и поставляет электроэнергию в другие регионы страны. Программа развития солнечной энергетики автономной республики направлена на формирование восьми крупных комплексов солнечной энергетики и внедрение их в единую электросеть. Данный проект позволит обеспечить электроэнергией население 10 районов, при этом резервные мощности ТЭС расположены в 100–150 км от солнечных комплексов. Международное сотрудничество как в рамках реализации Парижского соглашения, так и по двусторонним договорам является перспективным путем привлечения инвестиций в проекты возобновляемой энергетики [8].

Казахстан обладает огромными ресурсами для развития гелиоэнергетики, годовая продолжительность солнечного сияния составляет от 2000 до 3100 часов, при этом на 2019 год солнечная энергетика в этой стране развита слабо. Проекты по развитию данной отрасли энергетики стали реализовываться в стране после 2010 года, в этот год было запущено первое в Казахстане предприятие по производству кремниевых ячеек для фотоэлектрических панелей Kaz PV из местного сырья. Первая сетевая электростанция СЭС «Отар» была запущена в 2012 году. Мощность ее первой очереди составляет 504 кВт, а совокупная мощность всего запланированного комплекса должна превысить 7 МВт. В сентябре 2015 года был введен в строй крупнейший объект возобновляемой энергетики на территории СНГ – СЭС «Бурное Солар-1», мощностью 50 МВт. Годовая выработка энергии этой станции составляет 72 млн кВт\*час<sup>4</sup>. Правительство Республики Казахстан постановлением от 12 июня 2014 года №645 «Об утверждении фиксированных тарифов» утвердило фиксированные тарифы на электроэнергию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Для фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, использующих фотоэлектрические модули на основе казахстанского кремния, установлен тариф 34,61 тенге/кВтч (0,09 доллара США/кВтч<sup>5</sup>), таким образом годовая стоимость выработанной энергии на СЭС «Бурное Солар-1» составляет 7 млн долларов США. Совокупная мощность всех СЭС Казахстан на конец 2018 года составляет 113 МВт, основную долю мощности составляет проект «Бурное Солар», процесс развития отрасли представлен на рисунке 2. Помимо уже имеющихся электростанций в Казахстане возводится 6 новых объектов солнечной энергетики.

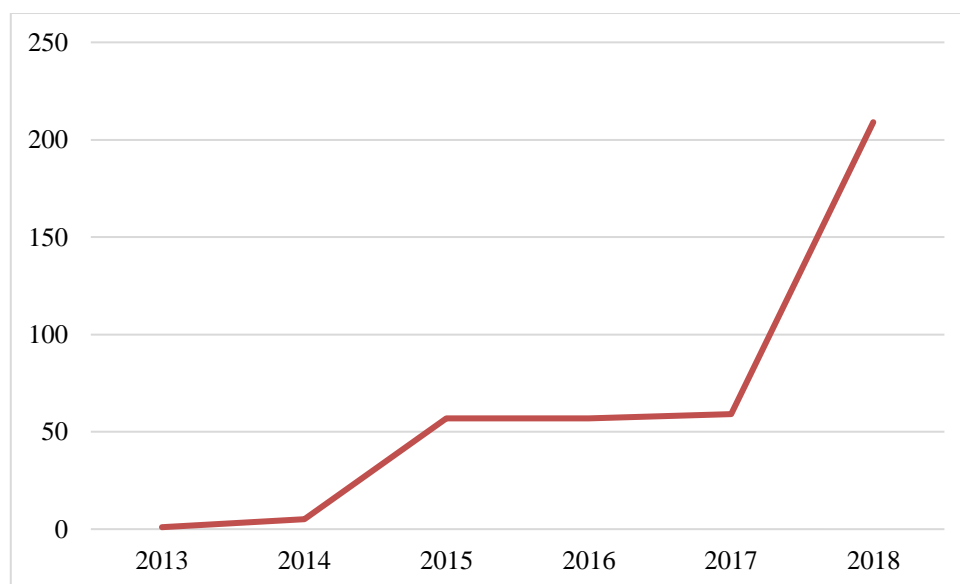
Закон Республики Казахстан «О поддержке использования ВИЭ» от 4 июля 2009 года и иные подзаконные акты в сфере регулирования ВИЭ являются законодательной базой и серьезным стимулом развития энергетики как в стране в целом, так и в регионе Арала. В рамках реализации нормативов закона была создана компания КЕГОС-Расчетно-финансовый центр (РФЦ). Данная организация обеспечивает покупку и отдачу в сеть всего объема энергии ВИЭ по фиксированному тарифу в течение 15 лет со дня вступления закона в силу.

---

<sup>3</sup> Аналитический обзор «Об участии государств – участников СНГ в Парижском соглашении по климату, принятом в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата» URL: [http://energocis.ru/wyswyg/file/rgos/RGOS\\_20170516-18/Приложение\\_3.pdf](http://energocis.ru/wyswyg/file/rgos/RGOS_20170516-18/Приложение_3.pdf).

<sup>4</sup> Интернет-портал «Солнечная энергетика в Казахстане» URL: <http://ecosolar.kz/ru> (дата обращения: 17.04.2019).

<sup>5</sup> По курсу валют на 17.04.2019.



**Рисунок 2.** Совокупная мощность солнечных электростанций Республики Казахстан (МВт)<sup>6</sup>

Для привлечения инвестиций в солнечную энергетику Предпринимательским кодексом РК предусмотрены преференции для инвесторов, осуществляющих реализацию инвестиционных проектов ВИЭ, в их числе [9]:

- освобождение от таможенных пошлин;
- государственные натурные гранты;
- преференции по налогам;
- инвестиционные субсидии.

Помимо экономических выгод создание на территории бывшей акватории Аральского моря энергетического комплекса будет способствовать улучшению социально-экономической обстановки в Кызылординской и Актюбинской областях Казахстана, республики Каракалпакстан Узбекистана. Последствиями разрушения рыбного хозяйства стали высокая безработица, которая сохранялась на высоком уровне на протяжении 90-ых годов прошлого столетия, и отток населения из данных регионов. Формирование высокотехнологичного кластера, включающего как солнечные электростанции, так и предприятия, производящие для них оборудование, позволило бы привлечь инвестиции в данные районы и создать более тысячи новых рабочих мест.

За последние годы мировые темпы развития возобновляемой энергетики превышают темпы развития энергетики других источников. В условиях экологического кризиса и истощения запасов природных ресурсов использование возобновляемых источников энергии является перспективным спектром вложения государственных и частных инвестиций [10]. Важным фактором, стимулирующим развитие солнечной энергетики, является снижение стоимости производства мощностей ВИЭ, к примеру стоимость производства солнечных панелей снизилась на 80 % за 2009–2018 год [11].

Казахстан обладает значительными запасами и перспективами расширения минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов. Многие из которых являются сырьем для

<sup>6</sup> Составлено авторами по данным доклада Международного агентства по возобновляемым источникам энергии «Renewable capacity statistics 2019» URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019> (дата обращения: 12.05.2019).

создания солнечных панелей, коллекторов и иных элементов энергетического комплекса. Казахстан занимает одно из первых мест в мире по запасам высококремнеземистого кварцевого и кварцитового сырья. На территории Кызылординской области находится несколько месторождений и проявлений данного ресурса разного происхождения, большинство из которых еще не изучено. Кварцитовое сырье данного типа применяется для производства элементов фотоэлектрических станций. Данный фактор также является предпосылкой для формирования в Приаралье технологического кластера производства солнечных панелей [12].

Республика Узбекистан также располагает рядом факторов, способствующих развитию солнечной энергетики в регионе южного Арала и Приаралья. Помимо высоких показателей солнечной радиации, описанных выше, территория обладает крупными запасами кремниевых материалов. При этом, на 2018 год в Узбекистане отсутствуют мощности солнечной энергетики, однако государство принимает меры по стимулированию развития данной отрасли. Принят ряд распоряжений правительства, в том числе Распоряжение Президента Республики Узбекистан от 5 сентября 2012 г. Р-3902 «О создании рабочей группы по разработке программы развития альтернативных источников энергии»; Постановление Президента Республики Узбекистан от 05.05.2015 г. №ПП-2343 «О Программе мер по сокращению энергоемкости, внедрению энергосберегающих технологий в отраслях экономики и социальной сфере на 2015–2019 гг.». Созданный в рамках инициативы Президента Международный институт солнечной энергетики подготовил проект строительства фотоэлектрической станции мощностью 100 МВт, данная солнечная электростанция находится на 2019 год на этапе тендера, помимо этого ведутся проектно-изыскательские работы по созданию пилотного производства тонкопленочных солнечных модулей на основе CIGS мощностью 5 МВт в год.

Создание комплекса солнечных панелей на территории дна высохшего Аральского моря может послужить важнейшей составляющей проекта по восстановлению данного водного объекта. Ключевой технологией при этом должна стать установка солнечных панелей и коллекторов на высоте более 2 м. Солнечные панели непосредственно будут препятствовать попаданию прямых солнечных лучей на поверхность земли. Комплекс солнечных панелей мощностью 100 МВт занимает площадь около 1–3 км<sup>2</sup> в зависимости от типа используемых панелей. И почти вся поверхность дна озера, находящаяся под солнечными панелями, будет скрыта от солнечных лучей, и таким образом объем испаряемой влаги с поверхности дна озера будет сокращен. В ходе реализации проекта будет решена задача уменьшения потерь влаги непосредственно в акватории водоема. Для анализа масштабов сокращения потерь влаги используем формулу средней многолетней величины испарения за безледоставный период (2), представленную в Методике расчета водохозяйственных балансов водных объектов Министерства природных ресурсов и экологии РФ<sup>7</sup>:

$$w_{\text{исп}} = 0,14 \cdot n \cdot (e_0 - e_{200}) \cdot (1 + 0,72 \cdot u_{200}), \quad (2)$$

где:  $e_0$  – среднее значение максимальной упругости водяного пара, определенное по температуре поверхности воды в водоеме, в мб;  $e_{200}$  – среднее значение упругости водяного пара (абсолютной влажности воздуха) над водоемом на высоте 200 см, в мб;  $u_{200}$  – среднее значение скорости ветра над водоемом на высоте 200 см, в м/сек.;  $n$  – число суток безледоставного периода в расчетном интервале времени.

Последствием возведения солнечной электростанции, обладающей совокупной площадью проекции солнечных панелей на поверхность равной 1 км<sup>2</sup>, станет сокращение объема испаряемой влаги на 950 тыс. м<sup>3</sup>. Данные меры также поспособствуют уменьшению

<sup>7</sup> Приказ от 30 ноября 2007 года №314 Министерства природных ресурсов РФ «Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов».

выноса и рассеивания пыли на территории вокруг солнечных электростанций, поскольку уменьшат ветровую эрозию и температуру поверхности.

Сложившийся кризис является возможностью для изменения паттернов развития юго-западных областей Казахстана и северных областей Узбекистана. Территории бывшей акватории Аральского моря на сегодня выведены из хозяйственного оборота, их экономическое использование ограничено, однако эти земли обладают обширным потенциалом для развития солнечной энергетики. По данным исследования показатель средней дневной выработки энергии солнечной панелью площадью один метр составляет для данной местности около 0,77–0,95 кВт·ч. Развитию солнечной энергетики и ее отраслей в регионах Казахстана и Узбекистана способствует наличие месторождений редкоземельных материалов, необходимых для производства элементов солнечных комплексов. Развитие солнечной энергетики на сегодня является одним из приоритетов государственной политики Республики Казахстан, имеется опыт возведения двух крупных СЭС, меры по стимулированию данной отрасли энергетики применяются и в Республики Узбекистан, помимо этого существует зарубежный опыт осуществления проектов в схожих климатических и природных условиях, в том числе в КНР, по этой причине международное сотрудничество является перспективным вектором реализации проекта. Формирование кластера высокотехнологичной энергетики поспособствует созданию новых рабочих мест, привлечению инвестиций в регион, и таким образом решит целый спектр социально-экономических проблем, сложившихся в результате осушения Аральского моря.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мясков А.В. Актуальность сохранения биоразнообразия, как основы природных экосистем // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-sohraneniya-bioraznoobraziya-kak-osnovu-prirodnih-ekosistem> (дата обращения: 16.04.2019).
2. Нахшиниев Б.Р., Сато Т. Численное моделирование распространения пыли с высохшей акватории Аральского моря // Журнал «Доклады Академии наук Республики Таджикистан». 2009. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennoe-modelirovanie-rasprostraneniya-pyli-s-vysohshey-akvatorii-aralskogo-morya> (дата обращения: 16.04.2019).
3. Миклин Ф. Вода и будущее бассейна Аральского моря // Аридные экосистемы. 2005. №26–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voda-i-budushee-basseyna-aralskogo-morya> (дата обращения: 16.04.2019).
4. Димеева Л.А. Классификация растительности приморских равнин Аральского и каспийского морей // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-rastitelnosti-primorskih-ravnin-aralskogo-i-kaspiyskogo-morey> (дата обращения: 17.04.2019).
5. Охоткин Г.П. Методика расчета мощности солнечных электростанций // Вестник ЧГУ. 2013. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-moschnosti-solnechnyh-elektrostantsiy> (дата обращения: 16.04.2019).
6. Дайчман Р.А. Расчет ветро-солнечной установки малой мощности // Молодой ученый. – 2016. – №10. – С. 169–173. – URL: <https://moluch.ru/archive/114/29695/> (дата обращения: 25.04.2019).



7. Комаров Е.М. Методы уменьшения эмиссии вредных веществ в камерах сгорания ГТД и ГТУ // *Машиностроение и компьютерные технологии*. 2018. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-umensheniya-emissii-vrednyh-veschestv-v-kamerah-sgoraniya-gtd-i-gtu> (дата обращения: 16.04.2019).
8. Макаров И.А., С.И. Александрович Парижское соглашение по климату: влияние на мировую энергетику и вызовы для России // *АПЕ*. 2018. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/parizhskoe-soglashenie-po-klimatu-vliyanie-na-mirovuyu-energetiku-i-vyzovy-dlya-rossii> (дата обращения: 08.05.2019).
9. Архипов А.В. Эффективность инвестиций в производство кремния для солнечной энергетики Республики Казахстан и ее использование в общем балансирующем рынке электроэнергии // *Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник»*. 2018. №6. URL: <http://www.mnvnauka.ru/2018/06/Arkipov.pdf> (дата обращения: 16.04.2019).
10. Алиев Р.А. Предпосылки изменения структуры использования топливно-энергетических ресурсов // *Сборник материалов Шестого Международного форума «Россия в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития»*. 2017.
11. Алиев Р.А., Захарчева К.С. Изменения в соотношении генерирующих мощностей в странах мира: от ископаемого топлива к альтернативной энергетике // *Вестник Московского государственного областного университета*. 2017. №2.
12. Бейсеев А.О., Бейсеев О.Б. Перспективы использования биоактивных свойств кремния и кварца Казахстана // *Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН*. 2011. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-bioaktivnyh-svoystv-kremniya-i-kvartsa-kazahstana> (дата обращения: 16.04.2019).

**Aliev Ruslan Allahverdi ogly**

Moscow state institute of international relations (university) of the ministry of foreign affairs Russian Federation, Moscow, Russia  
E-mail: ecology@inno.mgimo.ru

**Anikin Dmitrii Viktorovich**

Moscow state institute of international relations (university) of the ministry of foreign affairs Russian Federation, Moscow, Russia  
E-mail: anikindima@inbox.ru

## Prospects of the development of the solar energy industry on the territory of the former water area of the Aral Sea

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the prospects of the development of the solar energy industry in the Aral Sea region. The main purpose of the article is to identify key conditions conducive to the development of solar energy in the Aral Sea region, to assess the expected energy production by power plants located in this territory. This article is based on a set of research methods: analytical, statistical, comparative, which allowed assessing the potential energy production by solar panels. Also, the Methodology for calculating the water balance of water bodies of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation was used for the calculations presented in the article. The authors obtained the following results: analysis of climatic conditions and solar radiation indices made it possible to conclude that this region is characterized by a high potential for the development of solar energy, the presence of extensive mineral resources allows to form a high-tech cluster of the energy industry in the region. The development of solar energy in the territory of the former Aral Sea will have a complex positive impact on the economy, the social sphere and the environment of the Aral Sea region. The result of the implementation of projects is the creation of new jobs, attracting investment in the Aral Sea regions. The research results can be used in the development of regional and local investment promotion programs in the field of renewable energy.

**Keywords:** energy; renewable energy; solar energy; Kazakhstan; Uzbekistan; Aral Sea; sustainable development; Paris agreement

### REFERENCES

1. Myaskov A.V. (2009). Relevance of biodiversity conservation, as the basis of natural ecosystems. *Mountain Information and Analytical Bulletin*, [online] 12. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-sohraneniya-bioraznoobraziya-kak-osnovy-prirodnih-ekosistem> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
2. Nakhshiniev B.R., Sato T. (2009). Numerical simulation of dust distribution from the dried water area of the Aral Sea. *Journal "Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan"*, [online] 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennoe-modelirovanie-rasprostraneniya-pyli-s-vysohshey-akvatorii-aralskogo-morya> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
3. Miklin F. (2005). Water and the Future of the Aral Sea Basin. *Arid Ecosystems*, [online] 26–27. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/voda-i-budushee-basseyna-aralskogo-morya> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
4. Dimeeva L.A. (2011). Classification of vegetation in the coastal plains of the Aral and Caspian seas. *Bulletin of the Baltic Federal University. I. Kant. Series: Natural and Medical Sciences*, [online] 7. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-rastitelnosti-primorskih-ravnin-aralskogo-i-kaspiyskogo-morey> (in Russian) [Accessed 17.04.2019].

5. Okhotkin G.P. (2013). Method of calculating the power of solar power. *Chuvash State University Bulletin*, [online] 26–27. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-moschnosti-solnechnyh-elektrostantsiy> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
6. Daychman R.A. (2016). Calculation of low-power wind-solar installation. *Young scientist*, [online] 10, pp. 169–173. Available at: <https://moluch.ru/archive/114/29695/> (in Russian) [Accessed 25.04.2019].
7. Komarov E.M. (2018). Methods to reduce the emission of harmful substances in combustion chambers of gas turbine engines and gas turbines. *Mashinostroenie and Computer Technologies*, [online] 5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-umensheniya-emissii-vrednyh-veschestv-v-kamerah-sgoraniya-gtd-i-gtu> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
8. Makarov I.A., Aleksandrovich S.I. (2018). Paris Climate Agreement: Impact on World Energy and Challenges for Russia. *APE*, [online] 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/parizhskoe-soglashenie-po-klimatu-vliyanie-na-mirovuyu-energetiku-i-vyzovy-dlya-rossii> (in Russian) [Accessed 08.05.2019].
9. Arkhipov A.V. (2018). Efficiency of investments in the production of silicon for the solar energy industry of the Republic of Kazakhstan and its use in the general balancing electricity market. *Electronic scientific and practical journal "Youth Research Bulletin"*, [online] 6. Available at: <http://www.mnvnauka.ru/2018/06/Arkhipov.pdf> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].
10. Aliev R.A. (2017). *Predposylki izmeneniya struktury ispol'zovaniya toplivno-energeticheskikh resursov. [Prerequisites for a change in the structure of the use of energy resources.]*
11. Aliev R.A., Zakharcheva K.S. (2017). Changes in the ratio of generating capacity in the world: from fossil fuels to alternative energy. *Bulletin of the Moscow State Regional University*, 2 (in Russian).
12. Beyseev A.O., Beyseev O.B. (2011). Prospects for the use of bioactive properties of silicon and quartz of Kazakhstan. *Bulletin of the Institute of Geology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, [online] 10. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-bioaktivnyh-svoystv-kremniya-i-kvartsa-kazahstana> (in Russian) [Accessed 16.04.2019].