

problems of organizing transportation, their effectiveness in these conditions.

This article describes the features and problems of organizing transportation in high altitude conditions, which are typical for GBAO and most of the Republic of Tajikistan. These features to a large extent affect the operation of transport and roads, the organization of transportation of goods and passengers, service and meeting the needs of the population in transport.

Keywords: transportation, organization, highlands, GBAO, road, cargo, passenger, service, mountain condition.

Сведения об авторах:

Юнусов Фаридун Маъруфович – старший преподаватель кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” ТТУ имени академика М.С. Осими, тел.: +992 93 527 21 41, E-mail: fariduny@mail.ru

Ходжаев Парвиз Давронович – д.э.н., профессор кафедры «Мировая экономика и международные экономические отношения», Таджикский государственный университет коммерции, тел.: +992 93 860 75 03, E-mail: hojaev123p@mail.ru

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ТАДЖИКИСТАНА И ЕЕ УЯЗВИМОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

А. Д. Ахророва, Ш. Н. Саидова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье дана оценка потенциала малой гидроэнергетики Таджикистана и эффективность его использования в условиях изменения климата. Рассчитана климатическая уязвимость районов страны. Обоснована особая уязвимость к изменению климата горных районов Таджикистана. Дана оценка реализуемой в стране программе освоения гидроэнергетических ресурсов малых рек. Доказано, что отмечающиеся тенденции повышения температуры при одновременном увеличении спроса на воду и электроэнергию создают угрозы водообеспеченности гидроэлектростанций, занимающих свыше 90% в общей структуре генерирующих мощностей. Обоснована необходимость диверсификации источников энергии в уязвимых к изменению климата районах страны, в том числе внедрение в практику инновационных конструкций малых ГЭС, способных адаптироваться к изменению речного стока.

Ключевые слова: гидроэнергетический потенциал, климат, изменение, индекс уязвимости, риск, осадки, таяние ледников, температура, малая гидроэнергетика, альтернативные источники, энергетическая безопасность.

1. Гидроэнергетический потенциал Таджикистана.

Таджикистан обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом, занимая лидирующие позиции в мире. Основу водных ресурсов Республики Таджикистан составляют ледники, реки, озера, водохранилища и подземные воды. Общая площадь оледенения занимает около 8% территории страны. Ледники республики дают начало всем крупным рекам, ресурсы которых используются в экономике всех стран Центральной Азии. По имеющимся оценкам среднегогодовой сток рек, формирующихся на

территории Таджикистана составляет 64 км³/год, 98,3% которого относятся к бассейну реки Амударья. В стране насчитывается более 25 000 рек и водостоков общей протяженностью около 90 000 км, при этом густота речной сети составляет 0,6 км/ км² [1].

Гидроэнергетический потенциал Таджикистана составляет 527 млрд. кВт ч. Удельные запасы его на душу населения и на единицу территории оцениваются соответственно в 57 тыс. кВт. час на человека в год в 3,7 млн. кВт.час на 1 км² в год. Технический гидроэнергетический потенциал страны составляют около 318 млрд. кВт. ч в год. Общие потенциальные запасы малой гидроэнергетики составляют 184,46 млрд. кВт. час в год, т.е. 35 % совокупного гидроэнергетического потенциала. Суммарная установленная мощность действующих гидроэлектростанций в Таджикистане в 2018 году составила 5 582 МВт. [2]. Выработка электроэнергии всеми генерирующими объектами в 2018 году составил 19 743 млн кВт. час. [3].

Исследования показывают, что в настоящее время у Таджикистана нет конкурентоспособной альтернативы в собственной энергетике, кроме освоения гидроэнергетических ресурсов. Это направление в энергетике страны является стратегическим приоритетом в Национальной стратегии развития страны до 2030 г. Освоение гидроэнергетического потенциала направлено на обеспечение энергетической безопасности, выход на внешние рынки и повышение конкурентоспособности национальной экономики.

В советский период электроснабжение высокогорных районов страны осуществлялось дизельными электростанциями, топливо для которых по ценовой политике было доступным, и большая часть территории страны находилась на дотации государства. С приобретением

независимости в Таджикистане был утрачен доступ к дешевым нефтепродуктам и природному газу, что повлекло за собой консервацию дизельных электростанций в районах децентрализованного электроснабжения, котельных и ТЭЦ в городах.

Известно, что развитие гидроэнергетики эффективно, прежде всего, в горных районах, где возможно сооружение высоконапорных гидроузлов с водохранилищами. Удельные расходы воды на них существенно меньше, по сравнению с низконапорными равнинными. На каждый кВт.час электрической энергии, вырабатываемой на Нурекской ГЭС, расходуется в 13 раз меньше воды, чем на Кайраккумской ГЭС. Кроме того, при одном и том же объеме, у горных водохранилищ, по сравнению с равнинными, значительно меньше затопляемая ими площадь. Дальнейшее освоение гидроэнергетического потенциала Таджикистана и развитие регионального рынка электроэнергии позволит внести существенный вклад в оздоровление окружающей среды в Центральной Азии.

2. Факторы климатической уязвимости.

По имеющимся прогнозам к 2055 году температура воздуха на значительной территории горной зоны Центральной Азии повысится по различным сценариям на 3–5°C. Все страны региона находятся в зоне риска и будут испытывать снижение количества осадков на 3%. Согласно оценкам Всемирного банка, Таджикистан является наиболее уязвимой к изменению климата страной в регионе Центральной Азии.

Индекс климатической уязвимости оценивается на основании определения следующих показателей:

- индекса подверженности, который на основании учета годовых и сезонных показателей температуры и количества осадков характеризует интенсивность изменения климата в перспективе по сравнению с его современной естественной изменчивостью;

- индекса чувствительности, отражающего степень влияния на изменение климата таких факторов, как наличие возобновляемых водных ресурсов, степень загрязненности воздуха, структура экономики, диверсификация генерирующих мощностей и зависимость от гидроэнергетики, состояние инфраструктуры, и др.;

- индекса способности к адаптации, отражающего совокупность различных макроэкономических (ВВП на душу населения), социальных (уровень бедности, неравенство доходов) и институциональных факторов (совокупность политических и юридических правил, образующих базис для производства, обмена и распределения).

Подверженность Таджикистана к воздействию изменения климата и чувствительность к нему увеличивают уязвимость страны, а способность к адаптации её снижается, что иллюстрируется рис. 1. Таджикистан в Центральной Азии имеет наименьший потенциал адаптации к изменению климата, что является следствием низкого уровня социально-экономического развития и несовершенства институциональной базы.

В условиях потепления климата повышается уязвимость ГЭС. Причиной этого является сокращение основных источников питания горных рек вследствие снижения количества осадков в виде снега и интенсивным таянием сезонного снежного покрова, уменьшением потенциала ледников в долгосрочной перспективе. Эти процессы сопровождаются ростом электропотребления, заиливанием водохранилищ, увеличением потерь воды с испарением, ростом объемов водопотребления во всех секторах экономики.

Исследования показывают, что в краткосрочной перспективе быстрое таяние ледников и снежных запасов, вызванное более высокими температурами, может увеличить выработку электроэнергии на ГЭС, но в долгосрочной перспективе водообеспеченность ГЭС и, как следствие гарантированная выработка электрической энергии, сократится.

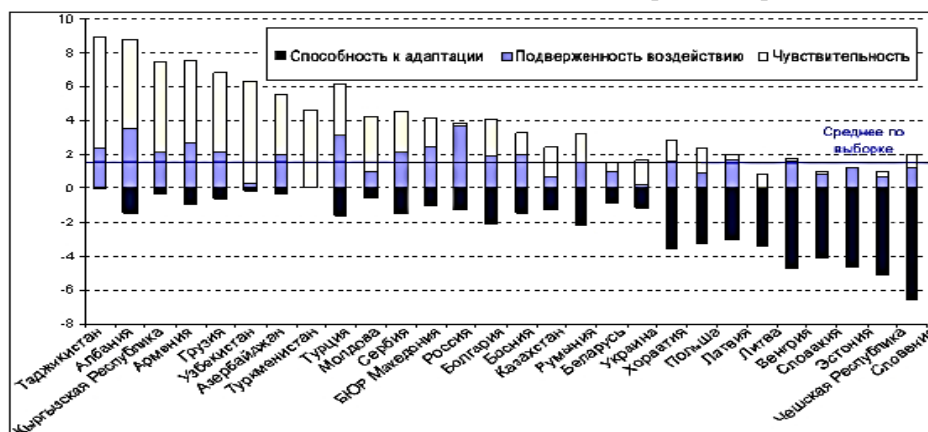


Рис. 1. Факторы, влияющие на уязвимость стран в отношении изменения климата [4].

По имеющимся прогнозам к 2050 году объём водных ресурсов сократится на 12% по всему региону Центральной Азии. Ограниченный доступ к водным ресурсам в Центральной Азии имеет высокий мультипликативный эффект воздействия на различные социально-экономические аспекты развития стран региона. При этом не исключается влияние на доступность водных ресурсов и таких факторов, как рост численности населения, урбанизация, глобализация сельскохозяйственных рынков, изменение моделей потребления, растущий спрос на электроэнергию, колебание цен на энергоносители и пищевые продукты.

Реализация угроз в водном секторе Таджикистана повлечет за собой спад производства в аграрном секторе экономики и гидроэнергетике, создаст предпосылки для активизации таких стихийных бедствий, как наводнения, засуха, сели и оползни. В результате ограниченного доступа к воде в сельском хозяйстве при одновременном повышении температуры воздуха ухудшится экологическая ситуация в сельской местности. Деграция посевных площадей, ухудшение качества почв и снижение урожайности сельскохозяйственных культур создают предпосылки для формирования угроз продовольственной безопасности. В

соответствии с выполненными исследованиями повышение температуры на 1°C может привести к падению урожайности трех основных сельскохозяйственных культур (пшеницы, риса и кукурузы) на 10%. Существенно обострится проблема доступа населения к чистой воде в сельской местности, где проживает свыше 70% населения страны. Следует отметить, что обязательства по водоподаче в страны низовья в настоящее время приводят к холостым сбросам воды на гидроэлектростанциях страны, снижают эффективность использования их установленной мощности, ограничивают возможность накопления воды в водохранилищах, повышают риски снижения производства электроэнергии и промышленной продукции, сокращению доступа к ней населения.

Особо уязвимыми к изменению климата являются горные районы Таджикистана. С целью обеспечения доступа к электроэнергии труднодоступных горных населённых пунктов в Таджикистане реализуется программа сооружения малых ГЭС. В настоящее время введены в эксплуатацию более 265 малых ГЭС мощностью от 5 до 2500 кВт. Как видно из таблицы 1 в 2018 г. доля малой гидроэнергетики на внутреннем рынке составила 0,2 % или 34 млн. кВт.час электрической энергии.

Таблица 1.

Выработка электрической энергии в 2018 году. [3].

Выработка электроэнергии			
№ п/п	Субъект рынка	2018	Доля рынка
		млн. кВт*ч	%
1	ОАХК "Барки Тоджик"	16211	82,1
2	ОАО "Сангтуднская ГЭС-1"	2398	12,1
3	ОАО "Сангтуднская ГЭС-2"	826	4,2
4	ОАО "Рогунская ГЭС"	90	0,5
5	ОАО "Памирская энергетическая компания"	184	0,9
6	Малые ГЭС	34	0,2
Всего:		19743	100

Выполненное исследование показало, что установленная мощность 155 малых гидроэлектростанций используется только на 38,5%. [5]. Одной из причин консервации установленных мощностей МГЭС является низкая по сравнению с проектными показателями водообеспеченность.

3. Расчет климатической уязвимости Таджикистана.

С целью прогнозирования водообеспеченности ГЭС и удовлетворения спроса на энергоносители нами выполнено исследование климатической уязвимости отдельных районов Таджикистана. Результаты выполненных расчетов могут быть использованы в управлении действующими гидроэлектростанциями, на стадии проектирования ГЭС а также для прогнозирования предложения и спроса на электрическую энергию в различных районах

Таджикистана. На климатическую уязвимость влияют температура воздуха, определяющая интенсивность формирования и таяния ледников, объем осадков в виде снега и дождя, скорость ветра. Климатическая уязвимость территориальных подразделений страны определялась по формуле [6]:

$$V_i = \frac{|T_{min}|+|T_{max}|}{|T_{min\text{ ср.}}|+|T_{max\text{ ср.}}|} + \frac{P_{max}}{P_{сз}} + \frac{V_{max}}{V_{сз}} \quad (1)$$

где:

T_{min} , T_{max} - соответственно модули минимальной и максимальной температуры;

$T_{min\text{ ср.}}$, $T_{max\text{ ср.}}$ – соответственно модули средних значений температуры;

P_{max} , $P_{сз}$ –соответственно максимальное и среднее значение осадков;

V_{max} , $V_{сз}$ – соответственно максимальное и среднее значение скорости ветра.

Наиболее уязвимыми к изменению климата являются Согдийская область, где размещена Кайраккумская ГЭС и город Нурек с Нурекской ГЭС. Климатическая уязвимость характерна и для районов республиканского подчинения и ГБАО, электроснабжение которых в основном осуществляется от малых и средних ГЭС.

Рисунок 1 свидетельствует о выраженной тенденции повышения температуры воздуха в рассматриваемых районах страны.

На основе данных таблицы 2 рассчитаны индекс экстремальности температуры и осадков на выбранных территориях страны. Результаты расчетов приведены в таблице 3. В связи отсутствием достоверных данных показатель скорости ветра не учитывался.

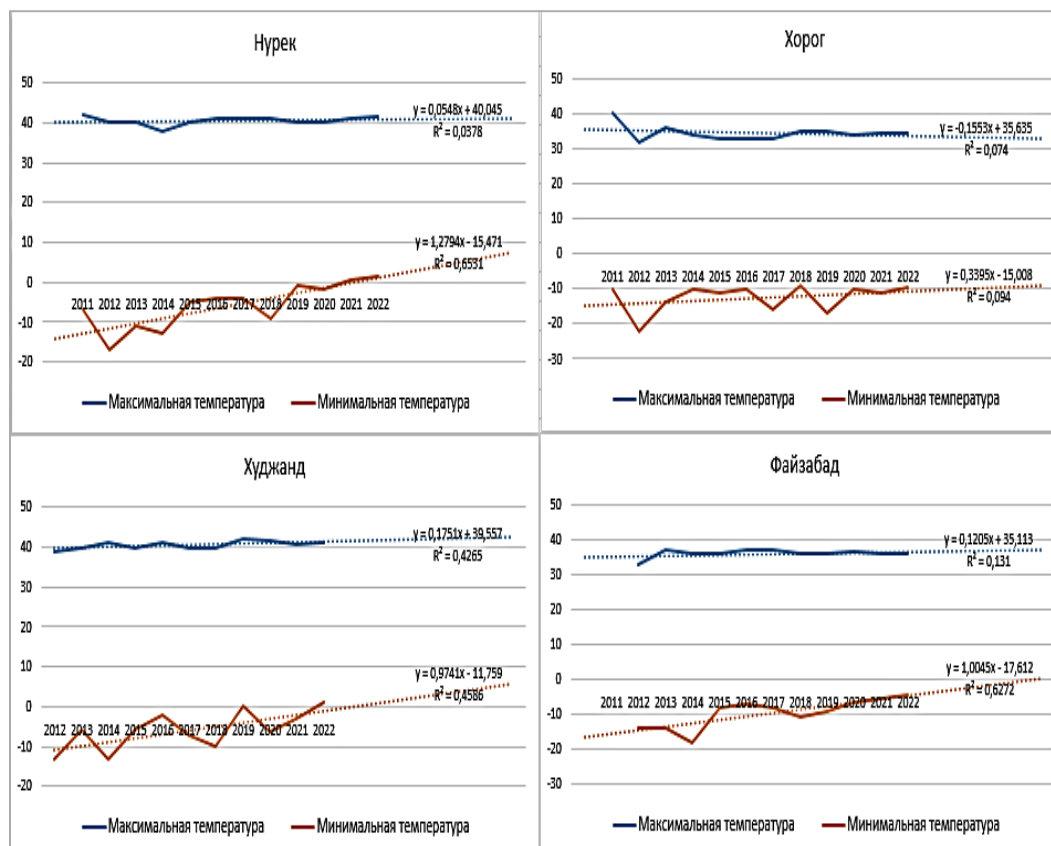


Рис. 1. Максимальная и минимальная температура выбранных городов и прогноз на 6 лет вперед. Составлено авторами на основании данных <https://www.gismeteo.ru>

Таблица 2.

Характеристика температуры и осадков в период 2011-2019 гг.

Город	с.ш.	в.д.	Период наблюдений	Экстремумы			Средние значения		
				Т макс	Т мин	Осадки	Т макс	Т мин	Осадки
Нурек	38°23'18"	69°19'30"	2011 - 2019 гг.	42	-17	104	40,3	-7,9	42
Хорог	37°29'35"	71°33'12"	2011 - 2019 гг.	40	-22	52	34,6	-13,2	23
Худжанд	40°17'	69°37'	2011 - 2019 гг.	42	-13	36	40,1	-7,4	18,4
Файзабад	38°33'	69°19'	2012 - 2019 гг.	37	-18	132	36,0	-11,1	56,7

Составлено по данным <https://www.gismeteo.ru/>

Данные по с.ш. и в.д. взяты из <http://www.meteo.tj/>

В соответствии с рис.3 индекс климатической уязвимости по показателю температуры и осадкам самый высокий в Нуреке. В Нуреке отмечается самое большое количество осадков и тенденция повышения температуры. Чувствительным к изменению климата будет не только Нурек, но Хорог и Файзабад, основу электроснабжения которых составляют ГЭС. Наименьший индекс уязвимости характерен для столицы Согдийской области – города Худжанд.

Следует отметить, что повышение температуры воздуха будет сопровождаться увеличением водопотребления во всех секторах экономики. Исследования показывают целесообразность увеличения в энергетическом балансе этой области удельного веса солнечной и ветровой энергетики, а также проведения политики энергосбережения.

В горных районах страны сохраняется преимущество в первую очередь за малыми ГЭС с инновационными конструктивными решениями

мощностью от 3 до 30 кВт, а также развитием солнечной и в отдельных районах ветровой энергетики. Исследование показало, что наибольшая скорость ветра характерна для города Файзабад (более 5 м/сек), что создает условия для развития ветровой энергетики.

Водобеспеченность ГЭС в связи повышением температуры не вызывает опасений в краткосрочной перспективе. В весенне-летний период будет расти предложение со стороны энергогенерирую-

щих предприятий и, соответственно, удовлетворенный спрос на электроэнергию. Избыток электрической энергии может быть экспортирован в соседние страны, что повысит роль гидроэнергетики в формировании государственного бюджета и вклада в обслуживание внешнего долга, аккумулярованного в ней. В зимний период водобеспеченность ГЭС, не имеющих водохранилищ, снижается, что ограничивает возможность использования их установленной мощности.

Таблица 3.

Индексы экстремальности температуры и осадков.

Город	с.ш.	в.д.	Период наблюдений	Индекс экстремальности		Индекс климатической уязвимости
				Температура	Осадки	
Нурек	38°23'18"	69°19'30"	с 2011 по 2019 г	1,22	2,476	3,70
Хорог	37°29'35"	71°33'12"	с 2011 по 2019 г	1,30	2,261	3,56
Худжанд	40°17'	69°37'	с 2011 по 2019 г	1,16	1,957	3,11
Файзабад	38°33'	69°19'	с 2012 по 2019 г	1,17	2,328	3,50

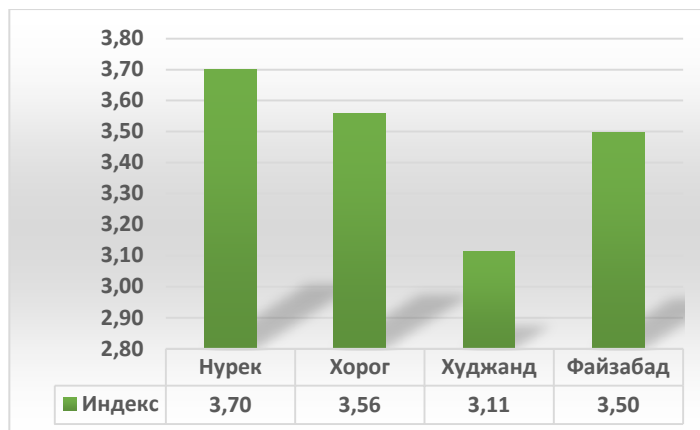


Рис. 3. Индекс климатической уязвимости по показателю температуры и выпавшим осадкам.

В долгосрочной перспективе уменьшение количества осадков на территории страны при одновременном повышении температуры воздуха отрицательно повлияет на водобеспеченность ГЭС, возникнут угрозы заполнения водохранилищ ГЭС, что может послужить угрозой обеспечения электроэнергией потребителей в осенне-зимний период.

Особый интерес представляет оценка влияния повышения температуры (потепления климата) на скорость распространения ветра. Причиной образования ветра является неравномерное нагревание земной поверхности: тёплый воздух поднимается вверх, а на его место приходит более тяжелый и плотный холодный воздух. В связи с повышением температуры можно сделать вывод, что скорость ветра будет расти и, соответственно, появляются новые возможности вовлечения в хозяйственный оборот энергии ветра.

Исследование показало, что в условиях изменения климата следует рассматривать все возможные альтернативы удовлетворения одновременно растущего спроса на электрическую энергию и увеличение объемов водопотребления. Одним из направлений может явиться разработка

и внедрение в практику инновационных конструкций малых ГЭС, способных адаптироваться к изменениям климата и, как следствие, расхода воды в реках. В настоящее время разрабатываются инновационные конструкции малых ГЭС мощностью от 3-15 кВт, дополнительно оснащенные специальными узлами, позволяющими использовать энергию солнца и ветра.

На наш взгляд заслуживают внимания и поддержки идеи, изложенные авторами в [7]. Создание общего энергетического рынка на основе взаимовыгодного сотрудничества стран Южной и Центральной Азии позволит снизить уязвимость этого региона к изменениям климата и создать условия для обеспечения устойчивого энергетического развития на основе широкого использования возобновляемых источников энергии и повышения энергетической эффективности и энергосбережения.

Литература:

1. Водно-энергетический потенциал Таджикистана и его выгоды для региона. [Элект. рес.]. Источник из <http://www.tajembassy.by/>

articles/show/alias/vodno-energeticheskiy-potentsial-tadjikistana-i-ego-vyigodyi-dlya-regiona/

2. ОАО «Сангтудинская ГЭС-1» | ГОДОВОЙ ОТЧЕТ 2018. [Электронный ресурс]. Источник из https://sangtuda.com/sites/default/files/ar_2018_light.pdf

3. Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.mewr.tj>

4. Адаптация к изменению климата в странах Европы и Центральной Азии (ЕЦА). «Информационный бюллетень ЕЦА»

5. Центр по развитию МЭ Tajhydro [Электронный ресурс]. URL:<http://tajhydro.com>.

6. В.В. Оганесян. Методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов. Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, г. Москва. vog@mecon.ru

7. Фархад Тагизаде-Хесари, Наюки Йошино, Юнго Чанг и Аладдин Д. Рилло Достижение энергетической безопасности в Азии World Scientific, 2019.

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА И ТОЧКИСТОН ВА ОСЕБПАЗИРИИ ОН ДАР МУҚОБИЛИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ

А.Д. Ахророва, Ш.Н. Саидова

Ин мақола потенциали гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон ва самаранокии истифодаи онро дар шароити тағйирёбии иқлим арзёбӣ мекунад. Особпазирӣ иқлими минтақаҳои кишвар ҳисоб карда шудааст. Особпазирӣ махсус ба тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳии Тоҷикистон асос ёфтааст. Баҳодихии барномаи коркарди захираҳои гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд, ки дар кишвар татбиқ карда мешаванд, оварда шудааст. Исбот карда шудааст, ки тамоюлҳои болоравии баландшавии ҳарорат ҳангоми зиёд шудани талабот ба об ба нерӯи барқ ба обтаъминкунӣ таҳдид мекунад, ки зиёда аз 90% сохтори умумии иқтисоди истеҳсолиро ишғол мекунад. Зарурати диверсификасия

манбаъҳои энергетикӣ дар минтақаҳои кишвар, ки ба тағйирёбии иқлим осебпазиранд, аз ҷумла татбиқи лоиҳаҳои инноватсионии нерӯгоҳҳои хурди барқи обии хурд, ки кодиранд ба тағйирот ба ҷараёни дарёҳо асос ёбанд.

Калимаҳои калидӣ: потенциали гидроэнергетикӣ, иқлим, тағйирот, шохиси осебпазирӣ, хатар, боришот, обшавии пираяхҳо, ҳарорат, нерӯи обии хурд, манбаъҳои алтернативӣ, амнияти энергетикӣ.

TAJIKISTAN'S HYDROPOWER SECTOR AND ITS VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE

A. D. Akhrorova, Sh. N. Saidova

This article presents assess the potential of small hydropower in Tajikistan and the effectiveness of its use in the context of climate change. The climate vulnerability of the country's regions is calculated. It is proved that special vulnerability to climate change is found in mountainous regions of Tajikistan. The assessment of the program of development of hydroelectric resources of small rivers implemented in the country is given. It is proved that the observed trends of temperature increase with simultaneous increase in demand for water and electricity create threats to the water supply of hydroelectric power plants, which occupy more than 90% of the total structure of generating capacity. It is justified that the need to diversify energy sources in climate-sensitive areas of the country, including the introduction of innovative designs of small hydroelectric power plants that can adapt to changes in river flow.

Keywords: hydropower potential, climate, change, vulnerability index, risk, precipitation, glacier melting, temperature, small hydropower, alternative sources, energy security.

Сведения об авторах:

Ахророва А.Д. – д.э.н., проф. каф. “ЭиУП” ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: aalphia@mail.ru

Саидова Ш.Н. - докторант PhD 1 года обучения по спец. “Экономика” ТТУ им. акад. М.С. Осими. E-mail: saidova.sharlotta@gmail.com

РОЛЬ ЗЕРНОПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Д.П. Шоев, Ф.Б. Махмадизода, Р.Б. Махмадизод

Институт экономики сельского хозяйства ТАСХН

В данной статье рассматривается роль зернопродуктового подкомплекса в решении продовольственной безопасности Республики Таджикистан. Исследованием установлено, что зерновой подкомплекс традиционно является основой отечественного продовольственного комплекса, от развития которого в значительной мере зависит уровень обеспечения населения

хлебопродуктами и перерабатывающей промышленности сырьем. Обоснованы, что значение и приоритетное развитие зернового подкомплекса в условиях малоземелья и трудоизбыточности в последние годы стало расти в связи с ростом численности населения, обострением продовольственной проблемы и увеличением импорта зерновых и продукции их переработки.