

УДК 621.311.213

**А. В. Кувалкин, В. Л. Бондаренко, Е. Б. Лебедева, А. А. Кувалкин**  
(ФГБОУ ВПО «НГМА»)

### **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассмотрена проблема развития и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в современной экономике и ее актуальность для Российской Федерации. Дается характеристика развития ВИЭ в ближайшей перспективе до 2020 г., экономических предпосылок их реализации в РФ. Особое внимание уделяется экологическим преимуществам ВИЭ. Основной вопрос отводится перспективам развития малой гидроэнергетики на юге России. Для регионов Ростовской области, Ставропольского, Краснодарского краев предлагается создание малых ГЭС на действующих гидротехнических сооружениях ирригационных систем и других водохозяйственных объектов с имеющимся перепадом от 3 м и более. Предложена схема развития малой гидроэнергетики на действующих гидротехнических сооружениях мелиоративных объектов и малых водохранилищах Ростовской области, как сопутствующих элементов действующих водохозяйственных комплексов. Сделана предварительная оценка энергетического потенциала для выделенных объектов. Показатели суммарной мощности и производства электроэнергии на малых ГЭС в Ростовской области предварительно оцениваются соответственно 66,6 МВт и 350 млн кВт ч в год. Выполнена оценка предполагаемых затрат по созданию и эксплуатации, очередности создания ГЭС, их экономической и экологической эффективности.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, малая ГЭС, гидротехнические сооружения, схема развития, водохозяйственный комплекс, энергетический потенциал, экономическая эффективность, экологическая эффективность.

**A. V. Kuvalkin, V. L. Bondarenko, Ye. B. Lebedeva, A. A. Kuvalkin**  
(FSBEE HPE "NSMA")

### **ECONOMIC POTENTIAL EVALUATION FOR THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDRO POWER IN ROSTOV REGION**

The problem of use and development of renewable energy sources (RES) in modern economy and its significance to the Russian Federation is considered. The development of RES in the short term, until 2020, as well as the economic prerequisites for their implementation in the Russian Federation is described. The environmental benefits of RES are focused. The main issue is the prospects for development of small hydroenergetics in Southern Russia. The creation of small hydroelectric power stations at existing water facilities with the difference of 3 m or more for Rostov, Stavropol, Krasnodar regions is offered. The scheme for the development of small hydroenergetics at existing hydraulic facilities and small reservoirs of Rostov Region as accompanying elements for working water utilization system is proposed. A preliminary assessment of energy potential for selected objects is made. The total power and power generation by small hydroelectric power stations in Rostov region are estimated at 66.6 MW and 350 million kWh per year respectively. The evaluation of estimated costs for creation and operation of hydroelectric power stations, the priority of their creation as well as their economic and ecological efficiency is made.

Key words: renewable energy, small hydroelectric power station, hydraulic facilities,

scheme for development, water utilization system, energy potential, economic efficiency, ecological efficiency.

В настоящее время отмечается возрастание роли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в общем балансе мирового энергопотребления, следствием чего является усиление мер экономического стимулирования развития возобновляемой энергетики в таких развитых странах, как Германия, Франция, США и др., включая увеличение ее бюджетного финансирования.

Широкому развитию ВИЭ в настоящее время способствует бурное развитие эффективных технологий энергопроизводства, а также пересмотр мировым сообществом идеологии энергообеспечения и принятие амбициозных планов по снижению потребления органического топлива (на 50 % к 2050 г. в целом по миру, и на 20 % к 2020 г. в странах ЕС).

Очевидными экологическими преимуществами малой гидроэнергетики является то, что она относится к сектору экологически чистой возобновляемой энергетики, обеспечивающей устойчивое локальное электроснабжение и, в отличие от крупных ГЭС, не представляющей угрозы для местных экосистем. Не менее важным является то, что для строительства малых и микро-ГЭС требуется гораздо меньше финансовых ресурсов, чем при сооружении крупных объектов гидроэнергетики.

Правительство РФ выступило с инициативой по созданию условий для ускоренного и масштабного развития нового сектора российской энергетики на базе ВИЭ. 8 января 2009 г. в России принято Постановление Правительства РФ № 1-р [1], в соответствии с которым к 2020 г. ВИЭ должны покрывать 20 % потребления электроэнергии России, из которых 15,5 % должно быть обеспечено большой гидроэнергетикой, а 4,5 % – за счет ветровых, биологических, геотермальных и солнечных ресурсов и малой гидроэнергетики. В настоящее время по заданию Правительства РФ проводится активная работа по обеспечению решения данной задачи.

Необходимый для крупномасштабного развития отечественной во-

зобновляемой энергетики уровень инвестиционной активности, особенно в условиях мирового экономического кризиса, обеспечивается наличием двух основных условий:

- достаточно низкими финансовыми рисками и наличием у инвестора гарантий, как минимум, возврата вложенных средств;

- наличием возможностей прогнозирования с известной достоверностью на момент инвестирования определенной, приемлемой для инвестора, прибыли.

Первое условие обеспечивается главным образом правовой базой, второе – системой мер экономической поддержки.

Рассматривая данную проблему и возможности ее решения для юга России, следует отметить ее особую актуальность в связи с наличием в регионе существенного водно-энергетического потенциала благодаря разветвленной гидрографической сети естественных водотоков (речная сеть) и искусственных водопроводящих магистральных каналов, характеризующихся значительными расходами и перепадами уровней, а также наличием действующих водоподпорных гидроузлов и других сооружений на водных объектах, создающих предпосылку их использования в энергетических целях на базе строительства малых ГЭС.

В России технологий ВИЭ все еще недостаточно, поэтому проблема развития топливно-энергетического комплекса на базе источников возобновляемой энергии так и остается насущной. Решением такой проблемы может послужить развитие малой гидроэнергетики в стране, а именно, созданием малых ГЭС на действующих гидротехнических сооружениях (ГТС). Создаваемые ГЭС обеспечат надежное и качественное электроснабжение сельскохозяйственных предприятий, жилищно-коммунального хозяйства сельских поселений, предприятий местной промышленности и транспорта, сократят выбросы парникового газа (CO<sub>2</sub>) в атмосферу, обеспечат экономию топлива, используемого на тепловых станциях.

На юге России малые ГЭС перспективно создавать также на существующих ГТС крупных ирригационных систем Ростовской и Волгоградской областей, Краснодарского, Ставропольского краев, как сопутствующих элементов действующих водохозяйственных комплексов.

Объем потребляемой электроэнергии в РФ ежегодно растет и составит к 2020 г. более 1800 млрд кВт ч, в том числе в регионах юга России (ЮФО и СКФО) – более 126 млрд кВт ч.

Рынок сбыта электроэнергии на юге России является остро дефицитным и будет им оставаться на обозримую перспективу из-за высоких требований природоохранного и экологического характера, предъявляемых к ТЭС и АЭС.

Недостаточность на юге России генерирующих мощностей, позволяющих выравнять график потребляемой мощности энергии, приводит к существенному повышению тарифа на электроэнергию, вызванного потерей в электрических сетях и платой за максимально заявленную мощность утреннего и вечернего максимума нагрузок. Экономический потенциал малой гидроэнергетики данного региона оценивается экспертами ТАСИС около 4,0 млрд кВт ч в год. [2]. По нашему мнению, это является, по меньшей мере, вдвое заниженным показателем. Только в Ростовской области, которая не принята в расчетах экспертов проекта ТАСИС, может быть получено не менее 350 млн кВт ч в год на базе строительства малых ГЭС.

Для условий Ростовской области с имеющимся уровнем развития водохозяйственного комплекса на базе проводимой в настоящее время масштабной реконструкции Донского магистрального канала, Манычского каскада водохранилищ, существующих водоподпорных гидроузлов на реках и каналах, сбросах возвратных вод ирригационных систем, перспективным (с учетом современного уровня технологий и оборудования) направлением по развитию ВИЭ является использование существующих гидротехнических сооружений с перепадом уровней воды в верхнем и

нижнем бьефах от 3 м и более, а также ранее функционировавших малых ГЭС на Веселовской и Пролетарской плотинах для генерирования и дополнительной выработки электрической энергии, как дефицитного продукта и незаменимого ресурса для развития экономики области. При этом перспективные малые ГЭС предлагаются в составе уже действующих гидротехнических сооружений, что имеет существенные преимущества как с экономической, так и с технической точек зрения.

Предварительными проработками по водохозяйственным и водно-энергетическим характеристикам установлено, что перспективными створами для малых ГЭС на водохозяйственном комплексе Ростовской области являются 16 функционирующих гидротехнических сооружений (таблица 1). Показатели суммарной мощности и производства электроэнергии на малых ГЭС предварительно оцениваются соответственно 66,6 МВт и 350 млн кВт ч в год.

В настоящее время выполнены предварительные водно-энергетические расчеты, выбор основного гидротурбинного оборудования и расчет стоимости ГЭС, составлен бизнес-план создания малых ГЭС на действующих гидротехнических сооружениях. Разработчиками являлись ФГБОУ ВПО «НГМА», Институт «Южводпроект» ФГУ «Ростовмелиоводхоз» (г. Ростов-на-Дону) и ООО «Новые технологии природообустройства геосистем» («ГеоИнноТех»).

При определении перспективных створов для размещения малых ГЭС проводились натурные исследования, а также анализ проектных материалов разных лет, предоставленных сотрудниками института «Южводпроект». При этом исследовалась техническая возможность размещения МГЭС для конкретного гидроузла, а также достаточность напора и расхода воды, конструктивная схема сооружений.

**Таблица 1 – Краткая характеристика первоочередных перспективных малых ГЭС в Ростовской области**

Наименование МГЭС	Местоположение (район)	Напор, м	Расход, м <sup>3</sup> /с	Установленная мощность, тыс. кВт	Годовая выработка электроэнергии, млн кВт ч	Примечание
Водохранилище на р. Б. Гашун	Ремонтненский	6	3,1	0,164	0,871	Круглогодичный
Воронцово-Николаевское водохранилище	Сальский	5	3,2	0,141	0,749	Круглогодичный
Сальское водохранилище	Сальский	6,5	3,2	0,184	0,974	Круглогодичный
Садковский сброс Донского магистрального канала	Мартыновский	16	20	2,825	11,030	апрель-ноябрь
Концевой сброс ДМК в Пролетарское водохранилище	Пролетарский	10	25	2,207	8,617	апрель-ноябрь
Веселовская ГЭС	Веселовский	8	29	2,048	15,633	Круглогодичный, требуется восстановление
Пролетарская ГЭС	Пролетарский	3	32	0,848	6,469	
Гидроузлы на р. Северский Донец						
ГУ № 2 (х. Апаринский)	Усть-Донецкий	3,48	46	1,413	7,442	Существующие, апрель-ноябрь
ГУ № 3 (х. Нижнежуравский)	Усть-Донецкий	3,48	46	1,413	7,442	
ГУ № 4 (ст. Краснодонецкая)	Белокалитвинский	3,48	46	1,413	7,442	
ГУ № 5 (х. Дядин)	Белокалитвинский	3,48	46	1,413	7,442	
ГУ № 6 (х. Нижнесазонов)	Каменский	3,2	46	1,300	6,843	
ГУ № 7 (х. Верхнекрасный)	Каменский	3,2	46	1,300	6,843	
Гидроузлы на р. Дон						
Николаевский гидроузел	Волгодонский	3,6	500	15,892	83,682	Существующие, апрель-ноябрь
Константиновский гидроузел	Семикаракорский	3,6	520	16,528	87,029	
Кочетовский гидроузел	Константиновский	3,6	550	17,481	92,050	
Всего				66,572	350,559	

Конкретные значения показателей МГЭС (расчетные величины напора и расхода) устанавливались путем проведения водно-энергетических расчетов, которые выполнялись по гидрологическому ряду для характерных по водности периодов. Предполагалось, что в течение расчетного периода в годовом цикле малая ГЭС с установленной мощностью должна работать не менее 40-50 % отведенного времени, а остальном периоде расчетная мощность не должна снижаться ниже 40 % от установленной. Во всех расчетах суммарный КПД гидроагрегата принимался равным 0,9 при работе с установленной мощностью и соответственно снижался до 0,7 при падении мощности вследствие уменьшения расхода и напора. Также во всех случаях рассматривались различные режимы работы малой ГЭС: по водотоку, в базисном, полупиковом, пиковом режимах в соответствии с переменным графиком нагрузки.

При анализе возможности создания малых ГЭС на различных водоподпорных сооружениях должна разрабатываться и конкретная схема: приплотинная (для регулирующих водохранилищ) или деривационная схема. Последняя может быть эффективна для МГЭС на концевых сбросах магистральных каналов, а также небольших гидроузлов.

Наиболее эффективно использование МГЭС при наличии регулирующего водохранилища. На отдельных объектах, таких как Пролетарское, Веселовское, Сальское водохранилища, возможно создание гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) с использованием нижерасположенного водохранилища в качестве нижнего бассейна. Такая схема наиболее эффективна при наличии гибридного варианта электростанции с использованием альтернативных источников, которые могут работать в комплексе с малой ГЭС, например ветровая, солнечная, ТЭС на биомассе и др. энергоустановки. В комбинации различных альтернативных источников достигается наибольший экономический эффект от эксплуатации энергетического комплекса в целом, наибольшая маневренность и максимум энерговыработки.

Усредненные расчетные показатели экономической эффективности малых ГЭС, обеспечивающих заданную выработку при разных значениях планируемой дисконтированной нормы прибыли, определенные по объектам-аналогам, приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Зависимость интегральных показателей проекта малых ГЭС в Ростовской области от планируемой нормы прибыли**

Интегральный показатель	Плановая прибыль, % /год				
	0	3	6	9	12
Суммарная номинальная мощность, МВт	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6
Годовая выработка МГЭС, млн кВт·ч	350	350	350	350	350
Капитальные затраты на возведение ВИЭ, млн €	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
Замещение органического топлива (природного газа), тыс. т/год	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Стоимость замещенного органического топлива в РФ, тыс. €/год	5651,6	5651,6	5651,6	5651,6	5651,6
Сокращение выбросов парниковых газов, тыс. т/год	192,4	192,4	192,4	192,4	192,4
Стоимость предотвращенных выбросов, тыс. €/год	3905,6	3905,6	3905,6	3905,6	3905,6
Себестоимость энергии МГЭС €/кВт·ч	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Срок окупаемости МГЭС по оптовой цене рынка, лет	4,5	5	6,1	8	12
Срок окупаемости МГЭС по оптовой цене + надбавки, лет	2	2,2	2,4	2,6	2,8
Срок окупаемости МГЭС по оптовой цене + топливный бонус, лет	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8
Трудоемкость реализации проекта МГЭС, чел.·час/млн кВт·ч	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114

Полученные данные свидетельствуют о высокой экономической эффективности и инвестиционной привлекательности проектов малых ГЭС на территории Ростовской области.

Высокой энергетической эффективности соответствует низкая в сравнении с прочими энергоисточниками себестоимость ( $\approx 2\text{€}$ -цента/кВт·ч) и периоды окупаемости проектов малых ГЭС, составляющие от трех до пяти лет при разных вариантах ценообразования на покупаемую энергию. Весьма высоким у малых ГЭС является и аналог производительности труда или трудоемкость производства электроэнергии (0,11 чел.·час/млн кВт·ч).

Полученные результаты позволяют рассматривать малые ГЭС как одну из наиболее энергетически и экономически эффективных технологий. Строительная база в Ростовской области для всех из рассмотренных ГЭС достаточно развита, располагается в близлежащих населенных пунктах с подъездами от существующих автодорог к зданию ГЭС.

Выполнение проекта должно осуществляться по очередям. Целесообразно выделить 4 этапа:

*I очередь* (в составе плана реконструкции Донского магистрального канала) – Пролетарская ГЭС, ГЭС на Садковском сбросе, ГЭС на Пролетарском сбросе. Эти ГЭС могут быть построены в составе плана реконструкции Донского магистрального канала. Номинальная мощность ГЭС I очереди 5,9 тыс. кВт. Стоимость строительства 6,5 млн €. Ввод в эксплуатацию всего комплекса возможен 01.09.2014 г.;

*II очередь* – ГЭС на Воронцово-Николаевском водохранилище, ГЭС на Сальском водохранилище, ГЭС на р. Малый Гашун, ГЭС на Веселовском водохранилище. Номинальная мощность ГЭС II очереди 2,5 тыс. кВт. Стоимость строительства 2,75 млн €. Ввод в эксплуатацию комплекса 01.05.2016 г.;

*III очередь* – каскад ГЭС на судоходных гидроузлах на р. Северский Донец. Номинальная мощность ГЭС III очереди 8,25 тыс. кВт. Стоимость строительства 9,1 млн €. Ввод в эксплуатацию 01.09.2018 г.;

*IV очередь* – каскад ГЭС на судоходных гидроузлах на р. Дон. Номинальная мощность ГЭС IV очереди 50,0 тыс. кВт. Стоимость строительства 55,0 млн €. Ввод в эксплуатацию 01.10.2020 г.

Проведенные исследования позволили установить возможность и целесообразность создания малых ГЭС на действующих гидротехнических сооружениях Ростовской области. Всего намечено 16 створов, для которых строительство малых ГЭС возможно по техническим характеристикам и гидрологическим условиям (достаточность напора и расхода воды). Сум-

марная установленная мощность может быть принята около 66,6 МВт, а годовая выработка может составить не менее 350 млн кВт ч. Для ряда МГЭС из рассмотренного перечня возможен круглогодичный период работы.

Наибольший эффект от использования МГЭС будет достигнут в комплексе с другими альтернативными источниками энергии (гибридные энергетические схемы). При этом наилучший режим использования МГЭС – обеспечение сравнительно недорогой и доступной электроэнергии локальных объектов: предприятий ЖКХ, насосных станций оросительных систем, служб эксплуатации судоходных гидроузлов, небольших предприятий, в том числе по переработке сельскохозяйственного сырья.

Эффективность малых ГЭС определяется относительно небольшими затратами на строительство и эксплуатацию и соответственно достаточно быстрой окупаемостью. В случае принятия законодательных документов в РФ о компенсациях для энерговыврабатывающих предприятий, функционирующих на базе возобновляемых источников энергии или надбавок к тарифу, как это установлено в развитых странах мира, оптимальные сроки окупаемости могут варьироваться от 3 до 5 лет.

При принятии положительного решения со стороны потенциального инвестора о реализации предложенной схемы малой гидроэнергетики в Ростовской области целесообразно установить очередность проектирования и строительства МГЭС. В качестве первоочередных МГЭС предлагается реализация проектов для Пролетарского и Веселовского водохранилищ, а также сооружений ДМК в связи с проводимой в настоящее время реконструкций данных объектов.

### **Список использованных источников**

1 Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. № 1-р [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://правительство.рф/gov/results/6471/>.

2 Николаев, В. Г. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России. Результаты проекта TACIS / В. Г. Николаев, С. В. Ганага, Р. Вальтер. – М.: Изд-во «Атмограф», 2009. – 455 с.

---

**Кувалкин Алексей Валентинович** – кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», профессор.  
Контактный телефон +7 928 108 96 61. E-mail: [avk.novoch@mail.ru](mailto:avk.novoch@mail.ru)

**Kuvalkin Aleksey Valentinovich** – Candidate of Technical Sciences, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Professor.  
Contact telephone number: +7 928 108 96 61. E-mail: [avk.novoch@mail.ru](mailto:avk.novoch@mail.ru)

**Бондаренко Владимир Леонидович** – доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», профессор.  
Контактный телефон +7 928 192 33 96. E-mail: [avk.novoch@mail.ru](mailto:avk.novoch@mail.ru)

**Bondarenko Vladimir Leonidovich** – Doctor of Technical Sciences, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Professor.  
Contact telephone number: +7 928 192 33 96. E-mail: [avk.novoch@mail.ru](mailto:avk.novoch@mail.ru)

**Лебедева Екатерина Борисовна** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», магистрант.  
Контактный телефон +7 904 508 23 36. E-mail: [flover\\_power@mail.ru](mailto:flover_power@mail.ru)

**Lebedeva Yekaterina Borisovna** – Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Student.  
Contact telephone number: +7 904 508 23 36. E-mail: [flover\\_power@mail.ru](mailto:flover_power@mail.ru)

**Кувалкин Александр Алексеевич** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», аспирант.  
Контактный телефон +7 904 508 63 62. E-mail: [kaa87-87@mail.ru](mailto:kaa87-87@mail.ru)

**Kuvalkin Aleksandr Alekseyevich** – Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Postgraduate Student.  
Contact telephone number: +7 904 508 63 62. E-mail: [kaa87-87@mail.ru](mailto:kaa87-87@mail.ru)