

Рынки

Единая энергосистема Казахстана (ЕЭС) представляет собой комплекс электрических станций и электрических сетей, находящихся под централизованным диспетчерским управлением. Сегодня установленная мощность работающих в республике электростанций составляет 19,4 ГВт, распадаемая - 15,3 ГВт. Ввиду того, что национальная электрическая сеть (НЭС) была сформирована еще во времена Советского Союза...

Часть I. SWOT-анализ текущей ситуации в отрасли

По словам председателя Казахстанской электроэнергетической ассоциации Шаймердена УРАЗАЛИНОВА, продолжающиеся развитие экономики Казахстана на основе строительства новых промышленных и сельскохозяйственных предприятий, повышения благосостояния населения сегодня требует дополнительных объемов производства электроэнергии. На Форуме энергетиков, организованном на прошлой неделе в Алматы в рамках проекта Power Kazakhstan компаниями Itesa (Казахстан), IPE Group Plc (Великобритания), GIMA (Германия) и IPE China (Китай), он отметил, что рост развития экономики страны, характеризующийся объемами прироста ВВП, сопровождается ростом потребления электроэнергии в практически неизменных процентных величинах. Это, в свою очередь, характеризует продолжающуюся энергетическую ситуацию в отрасли.

Как указал вице-министр индустрии и новых технологий РК Бахытжан ДЖАКСАЛИНБЕК, в связи с принятием правительством в апреле текущего года решения о ежегодном обеспечении роста ВВП до 2016 года на уровне не менее 7%, были пересмотрены прогнозные объемы потребления электроэнергии в этот период. Так, по его данным, в 2015 году выработка электроэнергии должна составить около 103 млрд кВт/ч, а потребление - 100,5 млрд кВт/ч. Учитывая, что основная доля электроэнергии будет производиться на угольных электростанциях, добыча угля к этому времени составит 131 млн тонн, при том с учетом экспортного потенциала.

По информации президента АО «КазНИПИИТЭС «Энергия» Георгия АКОПЯНИ, к 2030 году ожидается увеличение уровня энергопотребления до 145 млрд кВт/ч с 84 млрд кВт/ч в настоящее время, с ежегодным ростом на 2,8%. Представитель SWOT-анализ текущей ситуации в электроэнергетике, г-н Акопян назвал в числе сильных сторон отрасли высокую долю производства электроэнергии на ТЭС, использование дешевых углей (более 70%), развитую схему системообразующих электрических сетей напряжением 220-500 кВ; централизованную систему оперативного диспетчерского управления; параллельную работу ЕЭС Казахстана с ОЭС Центральной Азии и ЕЭС России; а также наличие системы научно-технического сопровождения энергетических программ и действующих объектов энергетике. К слабым сторонам, по его словам, относятся высокая степень изношенности сетей РЭС (приблизительно 65-70%); рост аварий на энергообъектах, высокий риск возникновения ЧС и отсутствие превентивных мер по их устранению, отсутствие государственной системы страхования рисков аварий; отсутствие системного решения по привлечению инвестиций в строительство новых электростанций; отсутствие электрических связей Запада с Севером и Югом Казахстана, зависимость от поставок ЭЭ из России; низкая доля ГЭС (около 12%), в том числе малых ГЭС (0,5%) и дефицит маневренных источников для покрытия пиковых нагрузок; неравномерность распределения генерирующих мощностей (41% в Павлодарской области); передача электроэнергии по протяженным ЛЭП (более 1000 км); а также высокий процент потерь от отпущенной в сеть электроэнергии (5,7% в основных сетях и примерно 13% в распределительных сетях). К категории возможностей для развития отрасли г-н Акопян причислил такие факторы, как наличие значительных запасов топливно-энергетических ресурсов, большого потенциала возобновляемой энергии, транзитного потенциала и возможностей экспорта электроэнергии, а также имеющиеся в стране резервы по энергосбережению и энергоэффективности. А к основным угрозам, на его взгляд, относятся значительная выработка паркового ресурса генерирующего оборудования (75% на ТЭС и 90% на ГЭС), рост цен на газ и неконкурентоспособность на рынке электроэнергии Жамбылской ГРЭС, электростанций ТОО «МАЭК «Казатомпром», рост негативного воздействия тепловой генерации на окружающую среду, недостаток резервных мощностей, водно-энергетические проблемы стран Центральной Азии и, конечно, усиление влияния международных отношений.

Известно, что имеющаяся на сегодняшний день энергоемкость продукции в Казахстане выше, чем в странах Европейского союза, в 3 раза, а удельное теплопотребление выше мировых в 2 раза. Потери электроэнергии в сетях ЕЭС Казахстана составляют 5,3% от отпущенной в сеть (при мировых показателях до 2,4%), в сетях РЭС - от 5 до 20,4% (при мировых показателях до 7,1%). Потери в тепловых сетях составляют 30% (при мировых показателях 3% в магистральных и 15% в распределительных сетях).

Структура генерирующих мощностей, продуманная г-ном Акопяном, показывает, что к 2030 году в Казахстане ведущая роль тепловых станций на угле сохранится, а доля возобновляемых источни-

Отсутствие в Казахстане программы развития электроэнергетики на перспективу создает массу вопросов о возможности дальнейшего развития отраслей экономики до и после 2015 года

Между тем структура генерирующих мощностей показывает, что к 2030 году в РК сохранится ведущая роль тепловых станций на угле, а доля ВИЭ по установленной мощности достигнет 20%

ков энергии (ВИЭ) по установленной мощности достигнет 20%.

По словам Анатолия КОРЖЕНЕЦКОГО, главного инженера ТОО «Институт «КазНИПИЭнергопром», в настоящее время в Казахстане действуют 40 ТЭС с установленной мощностью по электроэнергии - 7043 МВт, распадаемой - 6109 МВт, по теплу - 24,8 тыс. Гкал/ч и 18,4 тыс. Гкал/ч соответственно. Установленное на них паросиловое оборудование введено в эксплуатацию в 1960-1970 годы и зафиксировано по нормам 1950-х годов. Выработка электроэнергии на ТЭС достигла в 2010 году 35,4 ГВт/ч, что составляет 43% от суммарной выработки электроэнергии на электростанциях республики; отпуск тепловой энергии - 55,6 млн Гкал, или 45% от совокупного теплопотребления в городах и промышленных центрах. В структуре топлива, сжигаемого на ТЭС, сегодня преобладает уголь казахстанских месторождений (80%), доля газа составляет 15%, а мазута - 5%. Газ используется в основном на ТЭС Западного Казахстана и частично в южной зоне. Основными проблемами действующих ТЭС является износ основного и вспомогательного оборудования, падение спроса на теплоэнергию, приводящее к появлению избытков располагаемой тепловой мощности, сокращению выработки электроэнергии на тепловод потреблении, соответственно к повышению удельного расхода топлива, ухудшению технико-экономических показателей, и, соответственно, к росту себестоимости производства тепла и электроэнергии. Кроме того, действующие установки по очистке дымовых выбросов на ТЭС, сжигающих уголь, не отвечают современным требованиям, а технологическое отставание ТЭС от мирового уровня в целом снижает эффективность отрасли.

Часть II. Инвестиции в инновации

Как сказал г-н АКОПЯНИ, в Казахстане для покрытия потребности в мощности и энергии необходимо будет выполнить ряд задач, включающих модернизацию и реконструкцию существующих электростанций (на Эквиставской ГРЭС-1, блоках №8, 2, 1; ЭС «ЕЭК» - блоки №6, 5, 7, 8; Эквиставской ГРЭС-2 - блоки №1, 2 и другие), ввод тепловой базовой генерации (Балхашской, Тургайской ТЭС, Актауской АЭС), ввод регуляторов для Шульбинской и Кашагайской ГЭС (Булакской, Кербулакской ГЭС), строительство Мойнакской ГЭС на 300 МВт, а также вовлечение в баланс ВИЭ (ВЭС, малых ГЭС, СЭС и других). Инвестиции в электроэнергетику в период до 2030 года, по его словам, оцениваются приблизительно в Т9 трлн (в том числе в генерацию - Т5 трлн, сети НЭС - Т1,4 трлн, РЭС - Т2,5 трлн). А по данным г-на ДЖАКСАЛИНБЕКА, в рамках инвестиционных соглашений, подписанных Министерством индустрии и новых технологий и производителями электроэнергии, в период с 2009-го по 2015 годы инвестиции в отрасль превысят Т1140 млрд.

Управляющий директор по производственно-техническим вопросам АО «Самрук-Энерго» Есберген АБИТАЕВ сообщил, что в настоящее время сейчас в реализации у данной компании находится целый ряд проектов модернизации и расширения действующих и строительства новых электростанций. Он проинформировал, что АО «Самрук-Энерго» управляет электростанциями с общей установленной мощностью 9332 МВт, в том числе крупнейшими электростанциями национального значения. Среди них Эквиставская ГРЭС-1 (4000 МВт) и ГРЭС-2 (2100 МВт) с энергоблоками единичной мощностью 500 МВт каждый; Жамбылская ГРЭС (1230 МВт); комплекс алматинских электростанций, включающий 3 ТЭС (145 МВт, 510 МВт и 173 МВт), Кашагайскую ГЭС (364 МВт) и каскад алматинских ГЭС (47 МВт); а также Иртышский каскад ГЭС (Бухтарминская ГЭС - 675 МВт, Шульбинская ГЭС - 702 МВт и Усть-Каменгорская ГЭС - 331 МВт), Актюбинская ТЭС (102 МВт) и Шардинская ГЭС (100 МВт). Практически все объекты имеют значительную наработку паркового ресурса (износ - 60-70% и более), что требует реконструкции и модернизации основного оборудования - турбин, котлоагрегатов и генераторов. К примеру, на Эквиставской ГРЭС-1 при ее проектной мощности 4000 МВт располагается мощность станции составляет всего 2500 МВт, а энергоблоки №8, 2 и 1 требуют восстановительных работ. После ее модернизации с 2017 года ежегодная выработка электроэнергии достигнет 25 млрд кВт/ч. К декабрю 2014 года предполагается пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию энергоблока №3 на Эквиставской ГРЭС-2.

В числе проектов, где также полно представлены меры по реализации Программы инновационно-технологического развития АО «Самрук-Энерго», г-н Абитаев назвал «Строительство Балхашской ТЭС», «Строительство Кербулакской контргенерирующей ГЭС» на реке Или, «Реконструкция и расширение Алматинской ТЭС-1 с переводом в газ с установкой ПГУ», возведение «ВЭС Ерейтанов - 51/300 МВт» в Акмолинской области, «ВЭС Шелек-60» и солнечной электростанции «СЭС Капшагай-2 МВт» (по ТЭО англо-турецкого консорциума Dar Muhendislik Musaveric A.S.) в Алматинской области. В частности, представитель АО «Самрук-Энерго» заявил, что благодаря Кербулакской ГЭС будет повышена выработка пиковых мощностей на Кашагайской ГЭС на 112 МВт и рост ежегодной выработки каскадом Капшагайская ГЭС-Кербулакская ГЭС электроэнергии на 221 млн кВт/ч в год. По проекту реконструкции и расширения Алматинской ТЭС-1 в 2011 году завершена разработка ТЭО, что позволит начать разработку проектно-сметной документации и приступить к строительству-монтажным работам. Ввод в действие ПГУ на ТЭС-1, как ожидается, приведет к существенному оздоровлению воздушного бассейна Алматы. Что касается

проекта строительства «ВЭС Ерейтанов - 51/300 МВт» предварительной стоимостью \$135 млн, ТЭО которого уже выполняет Dar Muhendislik Musaveric A.S. (договор заключен 23 августа 2011 года), его первый этап мощностью 51 МВт будет реализован в 2011-2013 годах, впоследствии станция будет расширена до 300 МВт. По нему уже заключены договоры на поставку оборудования для ветромониторинга, шеф-монтажа и монтажа метеомачты. В первом квартале 2012 года консорциум, представляющий ТОО «Институт Казельпроект» и испанскую фирму IDOM (договор заключен 5 сентября 2011 года), планирует завершить ТЭО проекта строительства «ВЭС Шелек-60» мощностью 60 МВт с перспективой расширения до 300 МВт. Данный объект предварительной стоимостью \$162 млн должен быть построен к 2014 году. Относительно возведения пилотной СЭС мощностью 2 МВт на северо-восточной стороне города Капшагай, предварительно оцениваемой в сумму до \$10 млн, предполагается будет реализован опять же по ТЭО Dar Muhendislik Musaveric A.S. в 2011-2012 годах. Сейчас «Самрук-Энерго» совместно с акиматом Капчагай прорабатывает вопрос отвода земельного участка под размещение СЭС площадью 4 га.

По словам г-на Абитаева, в рамках реализации Программы инновационно-технологического развития предусматривается выполнение ряда проектов. Одним из них является поэтапный переход на повышенные параметры пара (температура 5650С против 5400С) для вновь вводимого в действие основного оборудования крупных ТЭС. Так, современные котлоагрегаты и паровые турбины, выпускаемые как ведущими мировыми производителями энергооборудования Alstom, General Electric, Westinghouse и другими, так и по лицензиям данных компаний, обеспечивают увеличение единичной мощности энергоблока с 500 МВт до 630-660 МВт и важнейшего показателя - КПД энергоблоков с 35-36% (действующие энергоблоки) до 41-42%. Кроме того, планируется строительство теплофикационных агрегатов крупных ТЭС единичной мощностью 150-200 МВт; применение парогазового цикла при строительстве ГТЭС, что обеспечит увеличение выработки электроэнергии при одинаковых объемах газа на 35-40% и повышение КПД до 55% против 35% на ГТЭС; снижение вредных выбросов на базе применения электрофильтров с КПД 99,6% на крупных ТЭС и мультифазового второго поколения с КПД 99,4% на ТЭС и других современных технологий. Электроэнергетику не обходят стороной и развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) - в Казахстане будут строиться ветровые и солнечные электростанции, что обеспечит выработку экологически чистой («зеленой») электроэнергии и выполнение требований Киотского протокола и Углеродного фонда.

Валерий ЛИИ, управляющий директор по системным услугам АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями «КЕГОС», сказал, что считает дальнейшее развитие НЭС как системообразующего элемента отрасли через инновационное развитие важнейшей задачей. Он выделил в числе проектов, вошедших в госпрограмму форсированного индустриально-инновационного развития (ФИИР) РК до 2014 года, строительство ПС 500 кВ Алма с присоединением к НЭС Казахстана линиями напряжением 500 кВ, 220 кВ и выдачу мощности Мойнакской ГЭС и 2-й этап модернизации НЭС. Среди инвестиционных проектов в рамках отраслевой программы до 2014 года г-н Ли назвал реконструкцию ВЛ 220 кВ ЦТПП - Осакарвок; выдачу мощности Балхашской ТЭС (1-я очередь), усиление связи Павлодарской энергоузла с ЕЭС Казахстана; строительство ВЛ 500 кВ Эквистав - ШПЭС - Усть-Каменогорск; ВЛ 500 кВ ШПЭС - Актогай - Талдыкорган - Алма; межгосударственной ВЛ 500 кВ Кемин - Алматы, а также реабилитацию НЭС. В перспективе за 2015 год в целях дальнейшего увеличения транзитного, экспортного потенциала национальной электрической сети и усиления межсистемных связей, по его словам, КЕГОС планирует приступить к реализации еще 6 проектов по развитию НЭС: строительство ВЛ 500 кВ Актау - Бейнеу - Кульсары - Атырау; второй ВЛ транзитом 220 кВ Уральск - Атырау и Кульсары - Тенгиз; ПС 500 кВ Астана с ВЛ 500 кВ Нура - Астана; ВЛ 500 кВ Нура - Жезказган; линии 500 кВ Атырау - Ульке и выдаче мощности Тургайской ТЭС.

Г-н Ли сообщил, что КЕГОС в рамках инвестпроектов по развитию НЭС Казахстана уже выполнил и запустил в эксплуатацию несколько инновационных технологических решений. Так, компания установила на подстанциях более 600 единиц элегазовых выключателей 35-500 кВ, что составляет 42% от общего числа выключателей. Применение элегазовых выключателей, установленных по проекту «Модернизация НЭС 1-й этап» позволило снизить удельные расходы электроэнергии на собственные нужды подстанции за период с 2002 года на 10%. В общей сложности по второму этапу модернизации предусмотрена замена воздушных и масляных выключателей 6-500 кВ с установкой новых в количестве около 1000 единиц вакуумных выключателей 6-35 кВ и 216 единиц элегазовых выключателей напряжением 110-500 кВ (что составляет до 76% от их общего количества). Кроме того, в рамках модернизации на подстанциях КЕГОС проводится замена устаревших устройств РЗА, проработавших по 20 и более лет, на новое поколение современных быстродействующих микропроцессорных устройств РЗА фирмы Siemens. Соответствующая работа завершена на 67 из 74 ПС. По проекту строительства второй линии электропередачи 500 кВ транзита Север - Юг применены управляемые шунтирующие реакторы 500 кВ, в рамках проекта на ПС 500 кВ «Агдыр» и ЮКГРЭС установлены 3УШР. При этом впервые в СНГ применены УШР 500 кВ в трехфазном исполнении, что позволило снизить их стоимость и повысить эксплуатационные характеристики. По проекту «Строительство межрегиональной линии электропередачи 500 кВ «Северный Казах-

стан - Актюбинская область» был установлен фазоворотный трансформатор 220 кВ мощностью 400 МВА, который позволяет принудительно перераспределять потоки мощности по линиям электропередачи, направляя в Актюбинскую область электроэнергию из энергонезыбчатой Северной зоны ЕЭС Казахстана. Также компанией внедрены и успешно эксплуатируются системы SCADA (диспетчерское управление и сбор данных) и АСКУЭ (автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии). Применение этих и других передовых технологий отражено и в проекте мастер-плана по развитию отрасли, который сейчас находится на рассмотрении в государственных органах.

Часть III. Перспективы использования ВИЭ

Казахстан обладает значительными ресурсами возобновляемой энергии в виде гидроэнергии, энергии ветра, солнца, биомассы. Однако, помимо частичного использования гидроэнергии, эти ресурсы не нашли применения до настоящего времени. Основными причинами такого положения дел является наличие богатых запасов ископаемых топливно-энергетических ресурсов, отсутствие длительное время должной государственной политики и законодательной базы.

Как заметил генеральный директор ТОО «Институт «Казельэнергопроект» Александр ТРОФИМОВ, ранее созданный при ОАО «Казельэнергопроект» и ЗАО «Казгидропроект» специальными центрами был выполнен ряд исследовательских работ, технико-экономических обоснований по ГЭС и ВЭС. Разработаны конкретные проекты, а на ряде ветроплатонок произведены замеры ветрового потенциала по методике международных стандартов. По его словам, определенный опыт, накопленный центрами, позволил квалифицированно проанализировать существующее состояние использования ВИЭ и дать технические предложения по решению экологических проблем Казахстана с широким использованием возобновляемых источников энергии. Эти предложения учитывались при подготовке ряда постановлений, законов и программ по использованию, в первую очередь, гидроэнергетических, ветрового энергетического потенциала. Принимая во внимание прогнозируемые масштабы использования гидро- и ветроэнергетического потенциала и высокую капиталоемкость строительства ГЭС и ВЭС, важно было изначально не допустить стратегических просчетов экономического и организационного плана, сказал г-н Трофимов.

По его словам, за последние 10 лет институт ТОО «Институт «Казельэнергопроект» выполнил ряд ТЭО строительства ВЭС, в том числе ВЭС в Джунгарских воротах Алматинской области мощностью 40 МВт, ВЭС в районе г. Аркалык Костанайской области мощностью 10 МВт. На первом этапе предлагается рассмотреть вопрос строительства ВЭС в 45 регионах РК. Использование ветрового потенциала, как считают в институте «Казельэнергопроект», следует осуществлять на базе мелких ВЭС с ветроагрегатами единичной мощностью до 100 кВт и крупных ВЭС с ветроагрегатами мощностью 2 МВт и более. Гендиректор рассказал, что возглавляемый им институт в 2007-2008 годах принял участие в проекте правительства Казахстана и Программы развития ООН по исследованию ветрового потенциала на 8 выбранных площадках в различных районах Казахстана (п. Кордай Жамбылской области, г. Астана, г. Форт-Шевченко Мангистауской области, п. Жумульды Южно-Казахстанской области, г. Атырау, г. Ерментау, г. Аркалык, г. Каркаралынк), по которым подтверждается достаточный ветровой потенциал со средней многолетней скоростью более 6,5 м/сек. Кроме того, в настоящее время им разрабатывается проектно-сметная документация по Кордайской ВЭС мощностью 21 МВт и Каратауской ВЭС мощностью 200 МВт (1 этап) в Жамбылской области. Ведутся переговоры с заказчиками по развертыванию предпроектных работ еще по 5 площадкам ВЭС в различных регионах страны. Г-н Трофимов заявил, что данные проекты обещают быть выгодными, и в энергетическом балансе областей можно ожидать прибавления 30-40 МВт мощности. Для выдачи мощности можно будет использовать существующие распределительные сети напряжением 110, 35 и 10 кВ. Для накопления опыта проектирования и строительства ВЭС, по его мнению, следует лишь наладить сотрудничество с западными фирмами-поставщиками оборудования, а также задуматься о налаживании собственного производства современных установок в кооперации с зарубежными партнерами.

Говоря о перспективах развития солнечной энергетики, директор Центра по инновационным и нанотехнологиям АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина» Александр НЕСТЕРЕНКОВ сообщил, что в южных областях годовая длительность солнечного света составляет 2200-3000 часов в год, а средняя за год пиковая мощность доходит до 1200 Вт/м2. Он отметил, что по этому показателю Казахстан относится к государствам с благоприятными условиями для развития солнечной энергетики, но пока стоимость традиционных энергоносителей относительно невелика, а основные денежные ресурсы сосредоточены в компаниях, не заинтересованных в развитии альтернативной энергетики, и солнечные электростанции трудно будет продать на рынок новой продукции. Кроме того, в отличие от европейских государств, в Казахстане нет собственного производства солнечных элементов и батарей, комплектующих для коллекторов и концентраторов, отсутствует законодательная база для развития данной отрасли. Между тем, по словам г-на Нестеренкова, простые в изготовлении и эксплуатации солнечные нагреватели могут широко использоваться, к примеру, в сельском хозяйстве, где отмечается низкое

энергопотребление (12% в сравнении с промышленным комплексом (68%), что связано в первую очередь с удалением объектов от электросетей. Солнечные нагреватели можно использовать для сушки сена, лесоматериалов и сельскохозяйственных продуктов, отопления животноводческих ферм, теплиц, птицефабрик, потенциальных их потребителями также являются спортивно-оздоровительные учреждения, открытые и закрытые плавательные бассейны баз отдыха, дачные поселки. В центре подчитали, что в южных областях страны с годовым приходом солнечной радиации около 1200-1300 кВт/ч/м2 при эффективном ее использовании можно обеспечить около 25% общего теплопотребления в системах отопления, до 50% - в системах горячего водоснабжения и до 75% - в системах кондиционирования воздуха. Сравнивая затраты по стоимости и эксплуатации дизельной и солнечной электростанций, г-н Нестеренков сказал, что для первых из них в начале эксплуатации стоимость оборудования и эксплуатационных расходов будет ниже, чем для вторых, но уже через 3 года работы ситуация меняется на обратную. Из-за ограниченного ресурса работы (8 тысяч часов) дизельной электростанции придется менять каждый год, и за рассматриваемый период заменится 25 дизельных электростанций, будет сожжено 328 500 литров дизтоплива, а продукты сгорания выброшены в атмосферу, израсходовано примерно 1000 литров масла и 1000 фильтров, которые надо утилизировать. Солнечная электростанция не выделяет в процессе работы вредных веществ, не загрязняет окружающую среду, эксплуатационные расходы сводятся к периодической очистке зеркал концентраторов и фотомодулей и замене раз в 10 лет инверторов и аккумуляторов. Более того, в соответствии с практикующимся опережающим ростом тарифов и цен на электроэнергию и топливо по сравнению с ценами на сельхозпродукцию доля энергозатрат в себестоимости сельскохозяйственных объектов будет только увеличиваться и доходить до 10-20%, а по некоторым видам продукции до 40% (теплицы, птицефабрики). В сравнении с высокой стоимостью строительства линий электропередачи и подстанций сооружение солнечных установок не потребует значительных капиталовложений и сроков, отметил г-н Нестеренков. Он также проинформировал, что в настоящее время АО «КазНИИ Энергетики им. академика Ш. Ч. Чокина» разрабатывает солнечные электростанции на основе планарных концентраторов и фотоэлементов китайского производства с КПД преобразования солнечной энергии в электричество 15%. Их отличительной особенностью является высокая концентрация солнечного излучения на коллекторе и, соответственно, более высокая температура теплоносителя, что позволяет получить в теплообменнике горячую воду с хорошим расходом в холодное время года. По его мнению, в настоящее время на рынке продаж стоимость фотоэлементов с учетом доставки сложилась на уровне около \$2,5 за Вт, а себестоимость изготовления герметичного канала с 12 охлаждаемыми и 12 не охлаждаемыми фотоэлементами составляет около \$350, поэтому конечная цена продукта будет значительно ниже рыночной цены солнечного модуля аналогичной мощности. Потребитель всегда может иметь в запасе один недорогой фотомодуль для своей электростанции в виде готового к установке герметичного канала с фотоэлементами для экстренной замены вышедшего из строя, а служба сервиса выполнит эту работу, как это делается при замене неисправных блоков бытовых домашних устройств. Это повышает надежность многолетней эксплуатации и рейтинг солнечной электростанции, говорит г-н Нестеренков.

В свою очередь в Казахстанско-Британском техническом университете и Институте органического катализа и электроматериалов Д. В. Сокольского считают, что в ближайшем будущем главнейшим источником мировой энергии станет фотопреобразование солнечной энергии. Как известно, тонкопленочные поликристаллические фотопреобразователи солнечного излучения и тонкопленочные гетероструктуры относятся к новейшим полупроводниковым материалам, и разработка надежных и дешевых методов изготовления таких структур позволяют широко применять их наряду с традиционными фотоэлементами на основе кремния. По информации данных организаций, на сегодняшний день стоимость киловатт-часа электроэнергии, полученной с помощью фотоэлектрических преобразователей, остается довольно высокой. Поэтому бурно растущий рынок «солнечной» энергетики по стоимости электроэнергии пока не достигает показателей стоимости, которую обеспечивают традиционные источники электроэнергии. Однако по мере эксплуатации фотоэлектрических преобразователей стоимость получаемой с их помощью электроэнергии непрерывно падает. Срок службы современных кремниевых фотопреобразователей оценивается примерно в 30 лет, а за этот срок стоимость произведенной ими электроэнергии упадет примерно в 8-10 раз, говорят ученые.

Участники форума при этом подчеркивают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИЭ для инвесторов и их осуществление без удорожания стоимости электроэнергии для потребителей обеспечит принятый Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В частности, участники отмечают, что экономическую привлекательность проектов ВИ