

# **Технические и экономические аспекты развития генерирующих мощностей Молдавской энергосистемы на базе использования парогазовых установок**

***Постолатий В.М., Быкова Е.В.***

***Институт Энергетики Академии наук Республики Молдова, г. Кишинев***

## ***Реферат.***

*Рассмотрены вопросы развития источников электрической и тепловой энергии в Молдавской энергосистеме на базе применения современных парогазовых (ПГУ) и газотурбинных установок, которые способны обеспечить комбинированную выработку электрической и тепловой энергии. Сделана комплексная оценка технических и экономических показателей применения ПГУ и ГТУ. Показана целесообразность создания на территории республики ряда подобных источников, основываясь на принципе выбора их мощности, исходя из условия достаточности для теплоснабжения городов и населенных пунктов объемов утилизируемой тепловой энергии тепловых выбросов продуктов сгорания в газовых турбинах, и проверки условия покрытия необходимых балансов электрической энергии. Для конкретных населенных пунктов Молдовы выполнены расчеты и осуществлен выбор источников рассматриваемых типов с учетом перспектив развития потребления электрической и тепловой энергии и осуществления Программы газификации Республики Молдова на период до 2010 г. Показана возможность заметного снижения при этом потерь электроэнергии в электроэнергетической системе в целом.*

***Ключевые слова:*** Парогазовые и газотурбинные установки, электроэнергетические системы, системы теплоснабжения.

Большинство потребителей населенных пунктов и промышленных центров нуждаются как в электрической, так и в тепловой энергии. В сложившейся практике электрическое снабжение потребителей, как правило, осуществляется от энергетической системы, а тепловое снабжение – от самостоятельных котельных.

Для выработки электрической энергии используются главным образом крупные тепловые станции, работающие в паросиловом цикле. Их коэффициент полезного действия не превышает 30-35%. Значительные тепловые потери возникают по следующим причинам:

- *низкие начальные параметры пара;*
- *тепловые выбросы, связанные с преобразованием сбросного пара в конденсаторе;*
- *высокая температура выбрасываемых в атмосферу продуктов сгорания топлива.*

Находящиеся вблизи населенных пунктов тепловые станции могут работать в режиме, при котором осуществляются промежуточные отборы пара для целей электрического теплоснабжения потребителей.

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) имеют более высокий коэффициент полезного действия, чем конденсационные станции. Однако часто для сооружения крупных теплоэлектроцентралей вблизи населенных пунктов по самым разным причинам условия отсутствуют.

Обычно идут по пути сооружения отдельно конденсационных электростанций и котельных на органическом топливе, главным образом, газе и продуктах переработки нефти.

В настоящей работе сделана попытка комплексной оценки технических и экономических показателей и целесообразности создания на территории Республики Молдова электростанций малой и средней мощности для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии. Их мощность может колебаться в пределах – (5-10) МВт – (75-100) МВт, а в ряде случаев и более.

Основным видом топлива, применяемым в настоящее время для выработки электрической и тепловой энергии, является газовое топливо. В наиболее крупных городах правобережной части Республики Молдова - в г.г. Кишиневе и Бельцах осуществляется производство электрической и тепловой энергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), с использованием в основном природного газа, а также частично мазута.

Теплоснабжение этих городов обеспечивается преимущественно от ТЭЦ, в г. Кишиневе – от ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, а в г. Бельцы – от ТЭЦ-Норд. В указанных городах имеется также ряд котельных, которые производят только тепловую энергию. Однако их доля в общем балансе тепловой энергии этих городов относительно небольшая.

Для других населенных пунктов Республики Молдова производство тепловой энергии осуществляется на котельных с использованием природного газа (в районах газифицированных) и мазута, а в районах не газифицированных – мазута и частично твердых видов топлива (угля и дров). Обеспечение же электроэнергией данных населенных пунктов производится от единой электроэнергетической системы республики.

Согласно данным [1, 2, 6] для Правобережной части республики общие объемы потребления электрической энергии в 2000 г. составили 3379 млн. кВт.ч., а тепловой энергии – 3057 тыс. Гкал. Приведенные к единой системе единиц, электрическая и тепловая энергия соотносятся как 0,95 : 1,0, т.е. практически их доли равны. Потребление электроэнергии в 2004 г. составило 3793 млн. кВт.ч.

В настоящее время тарифы таковы, что электроэнергия, опускаемая потребителям населенных пунктов, обходится для них практически два раза дороже, чем себестоимость ее производства на существующих источниках, находящихся на территории республики, а также на источниках других энергосистем, из которых осуществляется импорт электроэнергии, в частности из Украины для Северной и Северо-западной частей Республики Молдова.

Теорией и практикой доказано, что наиболее выгодной является совместная выработка электрической и тепловой энергии. При этом суммарный к.п.д. использования топлива наиболее высокий. Учитывая, что основным видом топлива, как для электростанций, так и котельных является природный газ, очень важно предусмотреть способы его использования с наибольшим коэффициентом полезного действия.

Из общего импортируемого природного газа в Республику Молдова доля его потребления в энергетическом секторе составляла 69,3 % в 1990 г. Затем длительное время она оставалась на уровне 50 %, а в 1999 г. снизилась до 31,4 %. В 2001 г. в связи с увеличением загрузки Кишиневской ТЭЦ-2, доля используемого природного газа несколько возросла. Следует полагать, что в перспективе энергосектор восстановит объемы потребления природного газа.

Важно отметить то, что потребление электрической и тепловой энергии практически сравнялось между собой, т.е. по энергетическому эквиваленту они стали близки друг к другу. В предшествовавший период доля тепловой энергии превышала долю электрической энергии (например, в 1990 г. при потреблении в республике в целом 12668 млн. кВт.ч. электроэнергии, потребление тепловой энергии составило 20983 тыс. Гкал, т.е. по энергетическому эквиваленту тепловой энергии потреблялось в 1,9 раза больше, чем электрической). С учетом изменившихся условий часть потребителей тепловой энергии перешла на собственную ее выработку путем прямого использования топлива и в первую очередь природного газа.

Нынешняя ситуация, когда потребляемые электрическая и тепловая энергия практически равна друг другу по энергетическому эквиваленту, дает нам основание полагать, что затраты потребителей в пересчете на топливо, идущее на выработку электрической и тепловой энергии, также будут соотноситься практически как 1 : 1. Другими словами, можно считать, что из общих затрат топлива 50 % - следует отнести на электроэнергию и 50 % - на тепловую энергию.

Проблемы энергетического сектора Республики Молдова существенно возросли в связи с тем, что Правобережье не балансируется по электрическим мощностям и электроэнергии. Собственные электростанции Правого берега Республики Молдова в состоянии покрывать не более 30 - 40 % от потребности электроэнергии в настоящее время, характеризующейся большим спадом электропотребления по сравнению с предыдущими годами. Если не развивать собственные источники электроэнергии, то дефицит электрических мощностей на перспективу может достигнуть 1000-1300 МВт и более, принимая во внимание, что потребление электроэнергии может возрасти до 8,6 млрд. кВт.ч. [3].

Учитывая также то обстоятельство, что оборудование котельных в населенных пунктах Республики Молдова находится в неудовлетворительном состоянии и требует модернизации и замены, для республики остается большой проблемой поддержание и развитие систем теплоснабжения, что требует также больших финансовых и материальных затрат.

Таким образом, в настоящее время и на перспективу в Республике Молдова необходимо решать как проблему электрических, так и тепловых мощностей. Наиболее выгодно их решать в комплексе, исходя из возможности снижения затрат на конечную единицу выработанной энергии, что позволит наиболее эффективно использовать средства, топливо и обеспечить снижение тарифов. С учетом имеющегося отечественного опыта необходимо решать указанные проблемы на основе применения установок комбинированной выработки электрической и тепловой энергии. Наиболее приемлемыми являются применение современных парогазовых установок (ПГУ), а также газодизельных установок, работающих на природном газе.

Республика Молдова получает природный газ из проходящих по ее территории и по территории Украины газопроводов, по которым осуществляется экспорт российского природного газа в Румынию, Болгарию, Турцию и другие страны. Республика имеет газовую распределительную сеть, которая развивается. Таким образом, в Молдове есть необходимые условия для строительства электрических установок, которые могут обеспечить комплексное решение задач электрического и теплового снабжения населенных пунктов.

### ***Преимущества газотурбинных и парогазовых установок***

Энергетические газовые установки позволяют осуществить комбинированную выработку электрической и тепловой энергии. Как известно, ПГУ содержит газовую турбину, приводящую в движение электрический генератор, и котел - утилизатор, куда сбрасываются продукты сгорания природного газа, имеющие температуру 550-600°С. В котле-утилизаторе осуществляется отбор тепла от проходящих через него продуктов сгорания от газовой турбины и превращение этого тепла в водяной пар, который направляется в паровую турбину, имеющую промежуточные отборы пара для теплообменников, где происходит нагрев воды для целей отопления и горячего водоснабжения. Паровая турбина приводит в действие свой электрический генератор. Она может работать и в конденсационном режиме. Возможны варианты газотурбинных установок (ГТУ) с котлами-утилизаторами, из которых пар направляется непосредственно в теплообменники систем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Отметим, что при отдельной выработке электрической энергии на конденсационных станциях коэффициент полезного действия не превышает: 24-36 % для газовых турбин и 30-35 % для паровых турбин в конденсационном режиме.

Соответственно, коэффициент полезного действия электростанций с использованием указанных турбин в отдельности не превышает приведенных значений. Если обеспечить утилизацию тепловых выбросов (или осуществлять отборы пара) для целей теплового снабжения, то величину общего коэффициента полезного действия таких энергетических установок с использованием комбинированного цикла можно поднять до уровня 60-75 %. При отсутствии тепловых отборов коэффициент полезного действия ПГУ может достигать – 47-53 %. Другими словами, использование теплоты сгорания газового топлива при комбинированной выработке электрической энергии и тепла может характеризоваться указанным значением коэффициента полезного действия.

Согласно данным технических и экономических расчетов при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии на ТЭЦ при сложившихся пропорциях суммарно достигается снижение себестоимости получаемой энергии ориентировочно на 20% по сравнению с отдельным производством тех же количеств электрической энергии на конденсационных станциях и тепловой энергии на котельных установках.

Для потребителей, нуждающихся только в тепловой энергии, следует предусмотреть котельные паровыми котлами. Для потребителя, нуждающегося только в электрической энергии, можно использовать газовые турбины или паровые турбины. Наиболее экономичным является использование газовой турбины работающей на газовом топливе и паровой турбины на паре, получаемом от утилизации тепла отходящих газов.

На такой станции продукты сгорания газа из газовой турбины при температуре 450-550 градусов направляются в котлы-утилизаторы, где они отдают свое тепло на образование пара. В котлах-утилизаторах может быть предусмотрено дополнительное сжигание топлива для обеспечения необходимых параметров пара по условиям работы паровой турбины.

Анализ показателей различных вариантов ПГУ показывает, что примерно половина полезного энергетического потенциала, полученного в результате сгорания газового топлива в газовой турбине, удается использовать в виде выработанной электрической энергии и примерно столько же утилизировать в виде тепловой энергии от уходящих из газовой турбины газообразных продуктов сгорания.

В зависимости от мощности и типа каждая газовая турбина характеризуется своей величиной теплосодержания сбрасываемых газообразных продуктов сгорания.

Используя эти величины и зная требуемые суммарные тепловые нагрузки систем теплоснабжения и горячего водоснабжения можно определить необходимую мощность и тип газовой турбины для ПГУ.

На основании данных [5] рассчитана величина удельной тепловой мощности источника, необходимая для теплоснабжения и горячего водоснабжения в зимний период на одного человека в час. Эта величина принята равной 0,0012 Гкал/ч.чел.

Результаты расчетов максимальных тепловых нагрузок для населенных пунктов приведены в таблицах 1, 2.

Далее по специальным номограммам определены тепловые нагрузки ПГУ и их необходимые расчетные мощности, а затем осуществлен выбор величин номинальных (установленных) мощностей.

При этом произведена проверка, удовлетворяет ли мощность ПГУ электрическим нагрузкам, рассчитанным по удельным мощностям на одного жителя данного населенного пункта. В качестве удельных мощностей нагрузок приняты величины 0,4-0,6 кВт/чел.

С учетом мощности и типа ПГУ рассчитаны объемы годового расхода газового топлива.

## Газифицированные населенные пункты, вблизи которых предусматривается сооружение ГРС

Таблица 1.

№ п/п	Наименование населенных пунктов	Численность городского населения тыс. чел.	Расчетная тепловая мощность, Гкал/час.	Выбранные варианты ПГУ	Установленная мощность		Годовой расход газа, млн. м <sup>3</sup>	Срок ввода ГРС
					Электри- ческая, МВт	Тепло- вая, Гкал/ч		
1	Фалешты	18,73	22,47	ГТТУ-2,5 ГТТУ-16	18,5	23	40,4	До 2010
2	Сынжерей	20,2	24,24	ГТТУ-2,5 ГТТУ-16	18,5	23	40,4	До 2010
3	Теленешты	9,5	11,4	ГТТУ-2,5 ГТТУ-6	8,5	12	20,4	До 2010
4	Корнешты	15	18	ГТТУ-16	16	19	34	Персп.
5	Унгены	41,819	51,6	ПГУ-38	40,5	30	66,9	Персп.
6	Ниспорены	8,873	10,65	ГТТУ-2,5 ГТТУ-6	8,5	12,0	20,4	Персп.
7	Хынчешты	18,669	22,4	ГТТУ-2,5 ГТТУ-16	18,5	23,4 0,4		До 2010
8	Каинары	4,67	5,6	ГТТУ-6	6,0	8,0	14,0	До 2010
9	Саратены	1,5	1,8	ГТТУ-2,5	2,5	4,0	6,4	Персп.
10	Леово	17,615	21,14	ГТТУ-2,5 ГТТУ-16	18,5	23	40,4	Персп.
11	Кантемир	5,366	6,44	ГТТУ-6	6,0	8,0	14,0	Персп.
12	Бурлачены	2,543	3,05	ГТТУ-2,5	2,5	4,0	6,4	До 2010
13	Кугурешты (Флорештского района)	5,128	6,15	ГТТУ-6	6,0	8,0	14,0	Персп.
	- Верхние	2,797						Персп.
	- Нижние	2,331						Персп.
14	Сороки	40,025	48,03	ПГУ-38	40,5	30	66,9	Персп.
	Всего				211,0	227	425	

По указанным выше удельным тепловым нагрузкам были определены необходимые тепловые мощности ПГУ газифицированных в перспективе [4] для населенных пунктов, приведенных в таблице 1.

Анализ характеристик различных газовых турбин малой и средней мощности свидетельствует о том, что тепловые нагрузки ( $P_{\text{тепл}}$ ) могут составлять 0,6-1,3 от электрических ( $P_{\text{эл}}$ ). Выбор тех или иных установок обуславливается конкретными ситуациями. В ряде случаев преобладают тепловые нагрузки, в других случаях – электрические. В настоящей работе предпочтение дано установкам, от которых удастся отобрать возможно больше тепловой энергии. К их числу относятся газотурбинные теплофикационные установки ГТТУ мощностью от 2,5 до 16 МВт.

При конкретном проектировании ПГУ должны быть уточнены как состав оборудования, так и конкретные характеристики каждого элемента и установок в целом. В данной работе использованы укрупненные показатели ПГУ и ГТТУ и предложены их варианты.

В таблице 1 для рассматриваемых населенных пунктов приведены результаты выбора вариантов ПГУ и ГТТУ, даны величины электрических и тепловых установленных мощностей, а также указаны годовые расчетные расходы объемов газа, необходимые для их работы.

Суммарная электрическая мощность выбранных источников может составлять 211 МВт, при общих тепловых нагрузках 225 Гкал/ч. Расчетная суммарная величина годового потребления газа может составить 425 млн. м<sup>3</sup>

Для обеспечения работы ПГУ и ГТТУ в рассмотренных населенных пунктах районов Республики Молдова, предусматриваются работы по газификации [4].

Наряду с этим вполне реальными могут быть сооружение и ввод в работу ПГУ и ГТТУ в ряде населенных пунктов, в которых уже имеются газоснабжающие сети.

Возможные предложения могут основываться на ранее выполненной работе [6], выполненной в соответствии с мероприятиями по реализации программы деятельности Правительства Республики Молдова на 1996-1997 г.г.

### ***Расчет электрического и теплового потребления***

Согласно отчетным данным за 1996 год общее полезное потребление электрической энергии в Республике составило 5685,4 млн. кВт·ч. Среднее годовое потребление на одного человека (при численности населения 4,315 млн. человек) составило 1317 кВт·ч./чел. год. Для прогнозных расчетов принят уровень 1990 года, когда еще не было значительного спада производства. Потребление энергии в 1990 году было примерно в 1,8-2,0 раза выше, чем в 1996 году. При зимнем максимуме нагрузка достигала 2590 МВт, а на одного жителя – 0,6 кВт./чел.

Групповыми потребителями тепловой энергии являются населенные пункты. Выбор мощности тепловых потребителей выполнен с учетом численности населения и длительной максимальной тепловой нагрузки, составляющей 1000-1100 ккал/чел.ч. В расчетах принято 1000 ккал./чел.ч. Например, для населенного пункта с численностью 20000 человек предполагается использование газовых турбин мощностью 11,5 МВт (со степенью сжатия воздуха 12-13) или мощностью 17,0 МВт (со степенью сжатия воздуха в компрессоре 20-21). Отметим, что газовые турбины при большей степени сжатия воздуха в компрессоре имеют больший коэффициент полезного действия и меньшие удельные тепловые выбросы. Сведения о величинах расхода тепла для населенных пунктов с различной численностью населения приведены в таблице 3.

Выполненные расчеты показывают, что газовые турбины с меньшей степенью сжатия воздуха удовлетворяют требуемым нормативным электрическим и тепловым мощностям нагрузок. Так как максимумы тепловых и электрических нагрузок совпадают, то допустимо их совмещение. Электрические нагрузки населенных пунктов 1996 года при различной численности населения приведены в таблице 4. Для сравнения там же приведена и средняя нагрузка 1990 года. При выборе мощности станций использовались данные 1990 года, так как экономика Молдовы постепенно выходит из кризиса и потребление энергии достигнет ранее существовавшего уровня.

### ***Предварительный выбор мест расположения малых электростанций***

В основу выбора мест расположения станций положены основные факторы:

- наличие газовой сети или компрессорной станции;
- наличие населенного пункта-потребителя.

Наиболее подготовленными на настоящий момент пунктами для сооружения малых станций являются населенные пункты, в которых расположены газовые компрессорные станции – Шолданешть, Дрокия, Вулканешть, Тирасполь. Их обслуживает квалифицированный персонал, имеются необходимые вспомогательные технические сооружения, системы распределения газа и соответствующие инженерные сооружения. Обследование площадок показало, что реально есть возможность размещения малых станций на площадках компрессорных установок или рядом с ними. В качестве первого этапа может рассматриваться разработка и проектирование малых электрических станций в указанных населенных пунктах.

Кроме того, вопрос о строительстве станции может рассматриваться и по следующим критериям:

- возможность утилизации тепловых выбросов на имеющихся компрессорных станциях;

- возможность сооружения малых электрических станций в населенных пунктах с газовой распределительной сетью;
- необходимость сооружения малых электрических станций в местах, где в настоящее время нет газовой сети, но ее строительство намечается в перспективе.

### **Результаты расчетов режимов энергосистемы**

В работе рассчитаны режимы энергетической системы Республики Молдова при постепенном дополнительном вводе генерирующих мощностей от 0 до 932 МВт. При этом рассмотрены варианты ввода 3, 7, 13, 22 и 25 станций суммарной мощностью соответственно 88,5; 280; 424; 781 и 932 МВт.

В городах Кишиневе, Тирасполь, Бэлць, Рыбнице предусмотрены станции мощностью 70 МВт. В населенных пунктах Флорешть, Шолданешть, Резина, Орхей, Тигина, Чадыр-Лунга, Вулканешть, Кахул, Комрат - станции мощностью 38 МВт, в остальных 12 районных центрах - мощностью 24 МВт (табл.2).

### **Перечень и технико-экономические показатели предварительно рассмотренных вариантов малых ТЭС на природном сетевом газе газифицированных городах**

Таблица 2

№ п/п	Наименование населенного пункта	Рекомендуемая ПГУ	Мощность		КПД средний за год, %	Стоимость		Удельная стоимость, долл/кВт	Годовой расход газа, млн.м <sup>3</sup> /год
			Электрическая, МВт	Тепловая, Гкал/ч		млн. долл. США			
						Всего	В т.ч. оборудование		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
1	Бриченъ	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
2	Единец	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
3	Дрокия	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
4	Рышкань	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
5	Глодень	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
6	Бэлць	ПГУ-70	70	45	62	29,6	20,3	425	100,6
7	Флорешть	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
8	Шолданешть	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
9	Резина	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
10	Рыбница	ПГУ-70	70	45	62	29,6	20,3	425	100,6
11	Орхей	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
12	Стрэшень	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
13	Дубэсарь	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
14	Кишинэу	ПГУ-70	70	45	62	29,6	20,3	425	100,6
15	Тигина	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
16	Тирасполь	ПГУ-70	70	45	62	29,6	20,3	425	100,6
17	Кэушень	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
18	Чимишлия	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
19	Чадыр-Лунга	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
20	Вулканешть	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
21	Кахул	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9

22	Комрат	ПГУ-38	40,5	30	60	18,4	12,2	485	66,9
23	Басарабьяска	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
24	Тараклия	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
25	Григориополь	ПГУ-24	24	15	56	14	11	585	41,5
Всего,			932,5	630		452	323		1502,5
в т. ч.									
12	ПГУ-24		288	180		168	132		498
9	ПГУ-38		364,5	270		165,6	109,8		602,1
4	ПГУ-70		280	180		118,4	81,2		402,4

**Расчетные величины расходов тепла для населенных пунктов  
с различной численностью населения**

Таблица 3

Численность населения	Необходимый расчетный расход тепла (без учета потерь в тепловых сетях)		
	За год всего, Гкал	За отопительный период*, Гкал	Необходимая производительность тепловых источников в отопительный период, Гкал/ч
На 1 человека	4,77	3,59	0,000895
1000	4770	3590	0,895
2000	9540	7180	1,79
4000	19080	14360	3,58
8000	38160	28720	7,16
16000	76320	57440	14,32
32000	152640	114880	28,64

\*)Продолжительность отопительного сезона 167 дней (4008 часов)

**Расчетные значения мощности максимальных электрических нагрузок  
для населенных пунктов различной численности.**

Таблица 4

Расчетная максимальная электрическая нагрузка, кВт/чел при Руд =	Электрическая нагрузка, МВт, при численности населения, чел.,					
	1000	2000	5000	10 000	20 000	30 000
0,2*	200	400	1000	2000	4000	6000
0,4**	400	800	2000	4000	8000	12000
0,6***	600	1200	3000	6000	12000	18000

\*) реальная средняя удельная максимальная нагрузка 1996 года

\*\*) удельная средняя максимальная нагрузка 1990 года

\*\*\*) максимальная нагрузка в 1990 году

Результаты расчетов режимов энергетической системы анализировались по величинам перетоков из энергетической системы Украины, с которой энергетическая система Молдовы работает параллельно, по потерям активной мощности, по изменению напряжений в узлах. Все новые станции введены в расчетную схему новыми узлами, которые связаны с существующими.

## Параметры режима энергетической системы при росте мощности новых электрических станций

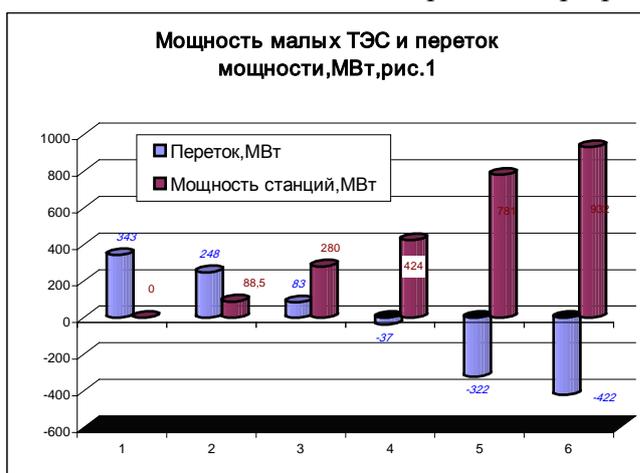
Таблица 5

Количество станций, МВт	Мощность станций, МВт	Переток, МВт	Потери активной мощности в долях
0	0	343	1
3	88,5	248	0,9
7	280	83	0,71
13	424	-37	0,61
22	781	-322	0,53
25	932	-422	0,5

Общие потери активной мощности в энергетической системе при росте суммарной мощности станций значительно снижаются. Так, при строительстве 3 станций суммарной мощностью 88,5 МВт потери уменьшаются на 10 %, 13 - с суммарной мощностью 424 МВт - на 39%, 25 - суммарной мощностью 932 МВт – на 50%,(табл.5).

В настоящее время Молдова получает порядка 300 МВт из энергетической системы Украины. При строительстве новых станций величина перетока снижается, а при введении 10-13 станций общей мощностью 300-400 МВт потребности Молдовы в электрической энергии удовлетворяются полностью. При введении большего числа станций появляется возможность экспорта энергии в энергетическую систему Украины, Румынии и других стран.

Зависимость величин перетоков при росте мощности станций приведена на рис. 1.



Анализ качества напряжения дает следующую картину: в узлах 400 кВ - снижение потерь напряжения с - 4,18 до - 2,88 кВ; в узлах 330 кВ с - 6,72 до - 4,86 кВ; в сети 110 кВ с - 2,65-7,35 до - 7,74-3,32 кВ. В процентном отношении к номинальному напряжению потери напряжения уменьшаются соответственно на 0,3 %, 0,5 %, 3 %.

Вместе с тем, ввод новых станций приведет к росту реактивной мощности. Это потребует ее регулирования для поддержания предельных уровней напряжения в приемных узлах. Для обеспечения этого режим на генераторах новых станций нужно будет держать таким образом, чтобы генерировалась минимально допустимая величина реактивной мощности.

Мощности источников комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, указанные в таблицах для Республики Молдова необходимы на перспективу, причем часть из них потребуется до 2010 г.

Наиболее вероятными населенными пунктами, в которых до 2010 г. может быть осуществлено строительство ПГУ и ГТТУ являются: Фалешты, Сынжерей, Теленешты, Хынчешты, Каинары, Дрокия, Флорешть, Орхей, Кэушаны, Чадыр-Лунга, Вулканешты, Комрат, Тараклия и другие.

Возможно, получат развитие Кишиневские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, Бельцкая ТЭЦ-Норд на базе использования ПГУ. Не исключено сооружение ПГУ и ГТТУ в других населенных пунктах, в том числе и создание установок с использованием небольших по мощности газодизельных двигателей с утилизацией тепловых выбросов.

В таблице 6 указаны ориентировочные возможные масштабы сооружения ввода в работу новых источников комбинированной выработки электрической и тепловой энергии до 2010 г. и на перспективу.

**Расчетные данные о возможной перспективе развития сооружения ПГУ, ГТТУ в Республике Молдова (в Правобережной части) на период до 2010 г. и на перспективу до 2015 и 2020 г.г.**

*Таблица 6*

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Планируемый период		
			до 2010	до 2015	до 2020
1.	Количество ПГУ, ГТТУ, которые могут быть введены в работу (всего)	шт.	10	20	30
2.	Суммарная установленная электрическая мощность ПГУ и ГТТУ	МВт	300	760	1000
3.	Расчетный суммарный годовой расход природного газа.	млрд. м <sup>3</sup> /год	0,5	1,3	1,7

## **ВЫВОДЫ**

1. Использование электрических станций с комбинированной выработкой энергии позволяет осуществить наиболее экономичный режим выдачи электрической и тепловой энергии, что дает возможность эффективнее всего использовать топливо - природный газ.
2. Наличие газовой сети упрощает решение вопроса о размещении станций малой мощности и позволяет значительно уменьшить расходы по их сооружению.
3. В условиях Молдовы в настоящее время строительство 10-12 станций малой мощности способно удовлетворить дефицит энергии полностью за счет собственных источников. При строительстве большего числа - обеспечить перспективу развития.
4. Расчеты режимов энергетической системы показали, что ее параметры улучшаются с ростом мощности новых станций. Так, потери активной мощности при указанном количестве станций уменьшаются на 10-50%, а потери напряжения в узлах разных классов напряжений снижаются на 0,3- 3 %.

## **Литература**

1. Топливо-энергетический баланс Республики Молдова. Департамент статистики РМ. 2000г.
2. Анализ состояния энергетического комплекса Республики Молдова и пути обеспечения энергетической безопасности. Постолатий В.М., Гылка К.И., Новак М.И. и др./ Составитель Постолатий В.М. г. Кишинев, 172 с. илл.

3. Strategia energetică a Republicii Moldova pînă în anul 2010. Aprobată prin Hotărîrea Guvernului RM; nr. 360 din 11 aprilie 2000.
4. Проектное задание на разработку: «Национальная программа развития газовой отрасли Республики Молдова», подписанное Председателем Правления I.P. „Gazproiect” SA A. Пэдуряк, 2002 г.
5. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А.А. Николаева. Из-во литературы по строительству. М.1965 г. 359 с. с илл.
6. Топливо-энергетический баланс Республики Молдова. Департамент статистики РМ. 2004г.

Сведения об авторах:

Постолатий Виталий Михайлович - доктор – кандидат технических наук, член – корреспондент АН РМ, директор Института энергетики АН РМ, Проводит исследования в области энергетических систем, электроэнергетики, теплоэнергетики, экономики энергетики, электропередач переменного тока, проблем энергетической безопасности и взаимосвязи энергетики и экономики.

Быкова Елена Витальевна- доктор технических наук, старший научный сотрудник Лаборатории управляемых электропередач Института энергетики АН РМ. Научные интересы находятся в области исследований общих проблем энергетики, экологии, экономики, энергетической безопасности, энергетических систем, производства и передачи электроэнергии, энергетических балансов, перспектив развития и математического моделирования процессов в энергетике.

2028, Республика Молдова,  
г.Кишинэу, ул Академическая, 5,  
Институт энергетики Академии Наук  
Республики Молдова.  
Тел: +373 2 73-53-88, 373 2 73-53-86,  
Факс: 373 2 73-53-82, E-mail vpostolati@cc.acad.md