

УДК 621.039.003

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК  
МАЛОЙ МОЩНОСТИ***Филиппов С.П. (Ин-т энергетических исследований РАН, г. Москва)*

Достигнутые к настоящему времени масштабы и темпы внедрения электрогенерирующих установок малой мощности (25 МВт и менее) и успехи в улучшении их технико-экономических характеристик позволяют говорить о формировании новой концепции развития энергетики — распределенной электроэнергетической системы. Она может прийти на смену сложившимся системам централизованного электроснабжения потребителей на основе относительно небольшого числа крупных электростанций.

Централизация на протяжении XX в. была основным направлением развития электроэнергетики России и передовых стран мира. На то были объективные причины:

увеличение численности населения, интенсивная урбанизация общества и рост его благосостояния, требовавшие все большего количества энергии и особенно ее наиболее квалифицированной формы — электроэнергии;

индустриализация, сопровождавшаяся стремительным ростом спроса на электроэнергию со

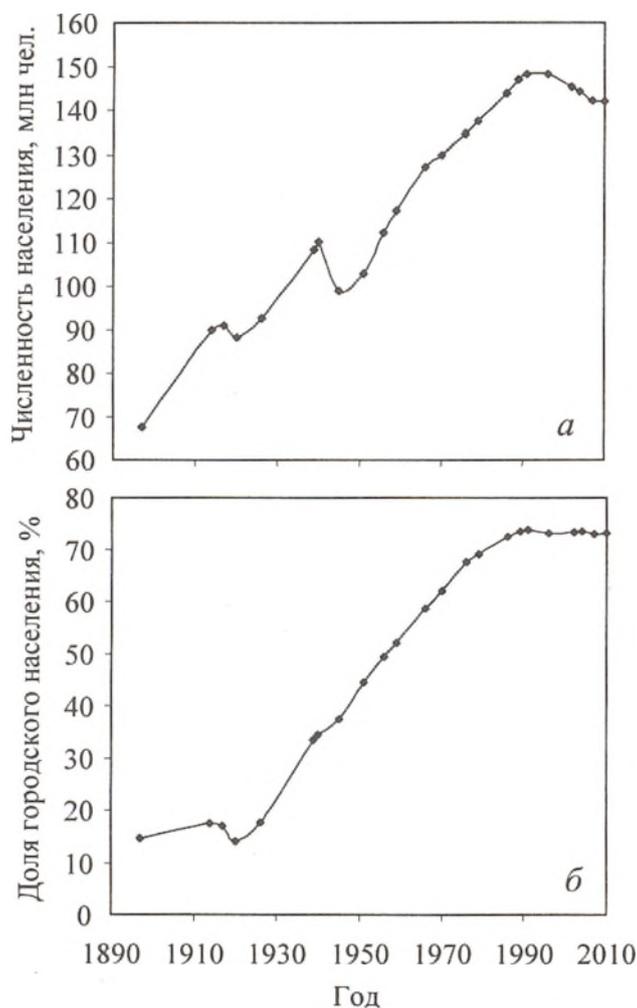
стороны промышленности, сосредоточенной в основном в городах, часто далеких от топливных баз;

достигнутый уровень развития энергетической техники, обеспечивающий существенное улучшение технико-экономических показателей производства электроэнергии с ростом единичной мощности агрегатов на электростанциях.

Развитие теплофикации на базе крупных теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) позволило закрыть множество мелких неэффективных угольных котельных, за счет этого резко повысить производительность труда в энергетике и высвободить дефицитную в то время рабочую силу, сократить потребности в топливе, улучшить состояние окружающей среды городов. Следствием концентрации производства явилось создание крупных электроэнергетических систем, а затем и Единой электроэнергетической системы страны.

К началу XXI в. условия для развития электроэнергетики в России, как и в большинстве ведущих стран мира, существенно изменились.

Прекратился рост численности населения, почти завершился процесс урбанизации (см. рисунок). Начался процесс постепенного перехода экономики в постиндустриальную фазу развития, что становится все более очевидным. В частности, стабилизировалось производство энергоемких продуктов, в душевом исчислении оно достигло сопоставимого уровня с ведущими зарубежными странами. Соответственно изменяется характер спроса на электроэнергию — опережающими темпами растет электропотребление сферы услуг и домашнего хозяйства. Такая же тенденция наблюдается и в централизованном теплоснабжении [1]. Существенно меняются режимы электропотребления — уменьшается плотность суточных графиков электрических нагрузок. Повысились требования потребителей к качеству электроснабжения (бесперебойности поставок и соблюдению нормативных параметров электроэнергии), без чего затруднительна эксплуатация современной техники и систем управления ею.



Численность населения России (а) и доля городского населения (б)

В результате совершенствования технологически экономически эффективным стало производство электроэнергии на установках малой мощности, прежде всего использующих природный газ. Дополнительный эффект обеспечивает их эксплуатация в режиме комбинированного производства электрической и тепловой энергии. Расширяется доступность природного газа для новых потребителей, что явилось следствием продолжающейся газификации страны. Достижения научно-технического прогресса открывают все более широкие возможности использования для производства электроэнергии возобновляемых источников энергии, расположенных непосредственно в местах электропотребления или вблизи них. Успехи в средствах аккумулирования электроэнергии повышают конкурентоспособность установок со стохастической энергоотдачей (таких, как солнечные и ветряные электростанции) даже у автономных потребителей. В принципе при приемлемых технико-экономических характеристиках конкуренцию им могут составить атомные станции малой мощности.

Имеются и другие условия, благоприятствующие применению электрогенерирующих установок малой мощности:

отсутствие централизованного электроснабжения на 2/3 и централизованного газоснабжения на 3/4 территории страны;

инфраструктурные ограничения в зоне централизованного электроснабжения, обусловленные низкой плотностью электрических сетей высокого напряжения, высокой степенью изношенности электросетевого хозяйства, особенно в сельской местности, как результат отклонено заявок на подключение к сети в 2007 г. общей мощностью 2,3 ГВт, в 2008 г. — 1,5 ГВт, в 2009 г. — 1,9 ГВт, в 2010 г. — 0,8 ГВт;

интенсивное развитие экономики в отдаленных районах, в том числе добывающей промышленности, лесного комплекса, сельского хозяйства, сферы услуг;

массовое малоэтажное строительство;

наличие множества котельных, пригодных для преобразования в мини-ТЭЦ;

огромные ресурсы возобновляемых видов энергии, в том числе биомассы;

небольшие сроки сооружения.

Роль электрогенерирующих установок малой мощности в электроэнергетике страны до-

статочно весома. Суммарная установленная мощность электростанций малой мощности в стране составила в 2010 г. около 11,9 ГВт, ими было произведено 24,2 млрд кВт·ч электроэнергии и отпущено потребителям 430 тыс. Гкал тепловой энергии (табл. 1). Их доля в установленной мощности всех электростанций страны достигла 5,2%, в выработке электроэнергии — 2,3%. Вклад таких станций в отпуск тепловой энергии скромнее — всего 0,07%. Это означает, что на них в очень небольшой степени организовано совместное производство электрической и тепловой энергии. К малой энергетике отнесены Билибинская АЭС электрической мощностью 48 МВт с выработкой в 2010 г. 170 млн кВт·ч электроэнергии и 185 тыс. Гкал тепла, а также установки ОАО ГНЦ «НИИАР» БОР-60 и БР-50 электрической мощностью соответственно 12 и 50 МВт с выработкой в 2010 г. 38,5 и 239 млн кВт·ч электроэнергии и отпуском 43,6 и 59,1 тыс. Гкал тепловой энергии.

Производство электроэнергии и тепла на базе возобновляемых источников энергии большого развития в стране пока не получило. Установленная электрическая мощность геотермальных ТЭС в 2010 г. составила 81 МВт, ветряных электростанций (подключенных к сети) — 10 МВт, мини-ГЭС — 320 МВт, паротурбинных установок на биомассе — 117 МВт. Совокупный вклад таких электростанций в электроэнергетику страны незначителен: менее 0,3% суммарной установленной электрической мощности и 0,2% в производстве электроэнергии.

Исследования показали, что приведенные в табл. 2 данные Росстата не в полной мере характеризуют масштабы применения электрогенерирующих установок малой мощности [2]. Официальной статистикой лишь частично учитываются установки мощностью менее 500 кВт, вводимые на предприятиях различных секторов экономики, т.е. помимо электростанций общего пользования, и обычно используемые владельцами для покрытия только собственных потребностей в электроэнергии или в качестве резервных. Бытовые электрогенераторы (киловаттного уровня мощности), применяемые в домашнем хозяйстве и мелком бизнесе, вообще не попадают в отчетность Росстата.

Об истинных масштабах развития малой энергетики в стране можно судить по вводу электрогенерирующих установок малой мощности на базе двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных двигателей (табл. 3) [2]. Суммарный ввод таких установок в 2001—2007 гг. достиг 13,4 ГВт, из них только 2,3 ГВт пришлось на электростанции общего пользования. За тот же период ввод крупных электростанций составил 9,6 ГВт. В структуре ввода малых электростанций преобладают установки мощностью более 300 кВт (66%), доля установок мощностью 60—300 кВт составляет 8%, менее 60 кВт — 26%.

В предстоящие годы ситуация на рынке топливно-энергетических ресурсов в стране может претерпеть значительные изменения. Прогнозируется существенное увеличение цен на электроэнергию и природный газ. Страна стоит перед

Т а б л и ц а 1. Доля электростанций малой мощности в электроэнергетике России на 2010 г.

| Электростанции              | Установленная электрическая мощность |          |     | Выработка электроэнергии |            |     | Отпуск тепловой энергии |          |      |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------|-----|--------------------------|------------|-----|-------------------------|----------|------|
|                             | все,<br>тыс. МВт                     | малые    |     | все,<br>млрд кВт·ч       | малые      |     | все,<br>млн Гкал        | малые    |      |
|                             |                                      | тыс. МВт | %   |                          | млрд кВт·ч | %   |                         | млн Гкал | %    |
| Все,                        | 226,1                                | 11,9     | 5,3 | 1035                     | 24,2       | 2,3 | 616,7                   | 0,4      | 0,07 |
| в том числе                 |                                      |          |     |                          |            |     |                         |          |      |
| ТЭС                         | 154,3                                | 11,4     | 7,4 | 695,7                    | 22         | 3,2 | 613,3                   | 0,1      | 0,02 |
| ГЭС*                        | 47,4                                 | 0,3      | 0,6 | 168,4                    | 1,3        | 0,8 | —                       | —        | —    |
| АЭС                         | 24,3                                 | 0,1      | 0,5 | 170,4                    | 0,4        | 0,3 | 3,4                     | 0,3      | 8,56 |
| геотермальные<br>и ветровые | 0,1                                  | 0,1      | 100 | 0,5                      | 0,5        | 100 | 0,04                    | 0,04     | 100  |

\*Включая гидроаккумулирующие электростанции.

Т а б л и ц а 2. Технологическая структура малой энергетики

| Электростанции          | Установленная электрическая мощность, % | Выработка электроэнергии, % | Отпуск тепловой энергии, % | Использование электрической мощности, ч/год |
|-------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|---|
| Дизельные,              | 55,4                                    | 31,3                        | 0,6                        | 1140  |
| в том числе передвижные | 11                                      | 7,9                         | —                          | 1450  |
| Газопоршневые           | 17,4                                    | 23,4                        | 1,9                        | 2710  |
| Газотурбинные           | 0,5                                     | 0,7                         | 0,2                        | 2770  |
| Паротурбинные,          | 23,1                                    | 36,9                        | 65                         | 3220  |
| в том числе на биомассе | 1                                       | 2,1                         | 2,7                        | 4170  |
| Мини-ГЭС                | 2,7                                     | 5,6                         | —                          | 4120  |
| Геотермальные           | 0,8                                     | 2,1                         | 32,3                       | 5380  |
| Ветряные                | 0,09                                    | 0,03                        | —                          | 650   |
| Всего                   | 100                                     | 100                         | 100                        | 2020  |

Т а б л и ц а 3. Ввод электрогенерирующих установок малой мощности, МВт

| Единичная мощность           | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2002—2007 гг. |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| Ввод малых электростанций:   |         |         |         |         |         |         |         |               |
| до 60 кВт                    | 134     | 151     | 206     | 265     | 470     | 919     | 1443    | 3455          |
| 60—300 кВт                   | 30      | 47      | 68      | 83      | 137     | 279     | 415     | 1028          |
| более 300 кВт                | 1422    | 1609    | 1363    | 1243    | 1046    | 1617    | 2017    | 8895          |
| Всего                        | 1585    | 1808    | 1637    | 1591    | 1653    | 2815    | 3875    | 13 379        |
| Ввод крупных электростанций* | 2773    | 579     | 1851    | 950     | 2861    | 1307    | 2082    | 9630          |

\* По данным ЦДУ ТЭК.

лицом неизбежной крупномасштабной и дорогостоящей модернизации электроэнергетики и теплового хозяйства. Задержки с реализацией инвестиционных программ, характеризующихся длительным инвестиционным циклом, могут усугубить ситуацию с доступом новых потребителей к электрическим сетям общего пользования, что станет сдерживающим фактором в посткризисном развитии экономики. Возможное присоединение нашей страны к международным соглашениям об ограничении выбросов парниковых газов резко ухудшит экономические характеристики функционирования энергетики на органическом топливе, особенно электростанций на угле. Расширение хозяйственной деятельности в отдаленных районах потребует энергообеспечения соответствующих производств. Следовательно, имеются объективные причины для развития в стране малой электроэнергетики, в том числе атомных станций малой мощности.

Оценки емкости рынка для малых электростанций включают, во-первых, производственную сферу и, во-вторых, сферу услуг и домашнее хозяйство населенных пунктов с числом жителей до 50 тыс. человек включительно. Применительно к производственной сфере рассматривались привлекательные для малой энергетики секторы экономики: добыча полезных ископаемых, в том числе топливно-энергетических ресурсов, строительство и сельское хозяйство. Расчеты выполнены для базового сценария социально-экономического развития России, разработанного Минэкономки в 2010 г. Согласно данному сценарию рост ВВП страны составит 1,6—1,7 раза к 2020 г., 2,2—2,3 раза — к 2025 г. и 2,9—3 раза — к 2030 г. Прогнозы энергопотребления секторов экономики получены с использованием методики [3].

Определив емкость новых рынков приростом электрических нагрузок, получим для производственной сферы следующие оценки, ГВт:

2020 г. 7,5, 2025 г. 13,9, 2030 г. 20,8, в отношении электропотребления имеем 39, 72 и 107 млрд кВт·ч соответственно (табл. 4). Примерно 40% рынка по нагрузке и более 50% по электропотреблению приходится на добычу топлива. Основные рынки сосредоточены на Урале (36%) и в Сибири (17%), преимущественно в добывающих отраслях.

Емкость новых рынков для малой энергетики в сфере услуг и домашнего хозяйства за период до 2030 г. составит:

по приросту электрических нагрузок — около 11,2 ГВт, в том числе 6,9 ГВт в сельской местности и 4,3 ГВт в малых городах, включая поселки городского типа;

по приросту электропотребления — 48 млрд кВт·ч, в том числе 30 млрд кВт·ч в сельской местности и 18 млрд кВт·ч в малых городах (табл. 5).

Электростанции малой мощности также могут использоваться для покрытия электрических нагрузок сферы услуг и домашнего хозяйства, если это окажется экономически выгодным. Рынок для таких решений очень большой — до 35 ГВт (см. табл. 5). Для выбора технических средств малой энергетики важно знать совокупную электрическую нагрузку сферы услуг и домашнего хозяйства конкретных населенных пунктов. Ориентировочно она составляет, МВт: при численности населения 5 тыс. человек 3—5, 10 тыс. чел. — 6—9, 20 тыс. чел. — 12—15, 50 тыс. чел. — 30—40.

Существенным резервом для повышения эффективности применения электрогенерирующих установок малой мощности является теплофикация небольших городов и сельской местности. Тепловые нагрузки сферы услуг и домашнего хозяйства населенных пунктов оценены на основе отчетных и прогнозных данных о численности населения, площади жилищного фонда, его структуре, доли сферы услуг в теплопотреблении, а также нормативного удельного расхода тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение. Емкость рынка для применения малых установок с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии из условия покрытия ими прироста тепловых нагрузок составит около 63 ГВт, из них 45 ГВт находится в сельской местности и 18 ГВт — в малых городах (табл. 6). Конкурентами малым электростанциям в данной сфере выступают в основном котельные небольшой мощности и автономные теплогенераторы.

Экономический потенциал применения малых атомных ТЭЦ в значительной степени определяется рынком тепловой энергии. Оценки емкости этого рынка сделаны при следующих предпосылках. Рассматриваются суммарные тепловые нагрузки сферы услуг и домашнего хозяйства крупных городов с численностью населения 100 тыс. человек и более, включающие нагрузки отопления и горячего водоснабжения (табл. 7). Для города с численностью населения 100 тыс. человек такая нагрузка в среднем составляет около 200—300 МВт, при численности

Т а б л и ц а 4. Емкость рынка для малой энергетики в производственной сфере по секторам экономики

| Сектор экономики                  | Нагрузка/потребление |         |         |         | Прирост |         |         |
|-----------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                   | 2008 г.              | 2020 г. | 2025 г. | 2030 г. | 2020 г. | 2025 г. | 2030 г. |
| Электрическая нагрузка, ГВт:      |                      |         |         |         |         |         |         |
| добыча топлива                    | 13,46                | 17,04   | 19,33   | 21,82   | 3,58    | 5,87    | 8,36    |
| добыча прочих полезных ископаемых | 4,97                 | 5,54    | 6,61    | 7,74    | 0,56    | 1,64    | 2,77    |
| строительство                     | 3,3                  | 5,18    | 6,87    | 8,31    | 1,87    | 3,57    | 5,01    |
| сельское хозяйство                | 3,56                 | 5,02    | 6,4     | 8,2     | 1,46    | 2,84    | 4,64    |
| Всего                             | 25,3                 | 32,8    | 39,2    | 46,1    | 7,5     | 13,9    | 20,8    |
| Электропотребление, млрд кВт·ч:   |                      |         |         |         |         |         |         |
| добыча топлива                    | 87,5                 | 110,7   | 125,7   | 141,8   | 23,2    | 38,2    | 54,3    |
| добыча прочих полезных ископаемых | 24,9                 | 27,7    | 33,1    | 38,7    | 2,8     | 8,2     | 13,8    |
| строительство                     | 11,6                 | 18,1    | 24,1    | 29,1    | 6,6     | 12,5    | 17,5    |
| сельское хозяйство                | 16                   | 22,6    | 28,8    | 36,9    | 6,6     | 12,8    | 20,9    |
| Всего                             | 139,9                | 179,1   | 211,6   | 246,5   | 39,2    | 71,7    | 106,6   |

Т а б л и ц а 5. Электрические нагрузки сферы услуг и домашнего хозяйства малых городов и сельской местности, ГВт

| Федеральный округ     | Всего | Село  | Малые города | В том числе с числом жителей, тыс. чел. |      |       |       |
|-----------------------|-------|-------|--------------|---|------|-------|-------|
|                       |       |       |              | до 5                                    | 5—10 | 10—20 | 20—50 |
| Имеющаяся нагрузка:   |       |       |              |   |      |       |       |
| Центральный           | 7,75  | 4,28  | 3,48         | 0,27                                    | 0,63 | 1     | 1,58  |
| Северо-Западный       | 4,14  | 2,16  | 1,98         | 0,18                                    | 0,3  | 0,59  | 0,9   |
| Южный                 | 5,61  | 4,23  | 1,38         | 0,03                                    | 0,14 | 0,32  | 0,89  |
| Приволжский           | 6,72  | 4,35  | 2,37         | 0,2                                     | 0,54 | 0,55  | 1,08  |
| Уральский             | 2,73  | 1,16  | 1,56         | 0,06                                    | 0,11 | 0,38  | 1,02  |
| Сибирский             | 6,5   | 3,98  | 2,52         | 0,21                                    | 0,39 | 0,78  | 1,14  |
| Дальневосточный       | 1,98  | 0,87  | 1,11         | 0,18                                    | 0,2  | 0,24  | 0,49  |
| Всего                 | 35,42 | 21,02 | 14,4         | 1,13                                    | 2,31 | 3,86  | 7,1   |
| Прирост (до 2030 г.): |       |       |              |   |      |       |       |
| Центральный           | 2,59  | 1,49  | 1,1          | 0,08                                    | 0,2  | 0,31  | 0,51  |
| Северо-Западный       | 1,08  | 0,67  | 0,4          | 0,04                                    | 0,06 | 0,12  | 0,18  |
| Южный                 | 2,17  | 1,67  | 0,49         | 0,01                                    | 0,05 | 0,11  | 0,32  |
| Приволжский           | 1,82  | 1,23  | 0,59         | 0,04                                    | 0,12 | 0,14  | 0,29  |
| Уральский             | 1,09  | 0,46  | 0,62         | 0,02                                    | 0,04 | 0,13  | 0,42  |
| Сибирский             | 1,91  | 1,19  | 0,73         | 0,06                                    | 0,11 | 0,23  | 0,33  |
| Дальневосточный       | 0,55  | 0,23  | 0,32         | 0,05                                    | 0,06 | 0,07  | 0,14  |
| Всего                 | 11,2  | 6,94  | 4,25         | 0,3                                     | 0,65 | 1,11  | 2,2   |

Т а б л и ц а 6. Тепловые нагрузки сферы услуг и домашнего хозяйства малых городов и сельской местности, ГВт

| Федеральный округ     | Всего | Село  | Малые города | В том числе с числом жителей, тыс. чел. |       |       |
|-----------------------|-------|-------|--------------|---|-------|-------|
|                       |       |       |              | до 10                                   | 10—20 | 20—50 |
| Имеющаяся нагрузка:   |       |       |              |   |       |       |
| Центральный           | 45,1  | 29,3  | 15,9         | 1,22                                    | 4,36  | 10,28 |
| Северо-Западный       | 22,4  | 14,2  | 8,2          | 0,75                                    | 2,67  | 4,79  |
| Южный                 | 25,6  | 19,9  | 5,7          | 0,05                                    | 1,14  | 4,51  |
| Приволжский           | 43,6  | 33,6  | 10,0         | 0,61                                    | 2,44  | 6,95  |
| Уральский             | 38,1  | 29,8  | 8,2          | 0,10                                    | 1,55  | 6,57  |
| Сибирский             | 22,8  | 14,7  | 8            | 0,25                                    | 1,99  | 5,79  |
| Дальневосточный       | 11,9  | 7,9   | 4            | 0,45                                    | 0,86  | 2,69  |
| Всего                 | 209,4 | 149,3 | 60           | 3,42                                    | 15,02 | 41,57 |
| Прирост (до 2030 г.): |       |       |              |   |       |       |
| Центральный           | 15,9  | 11,5  | 4,4          | 0,24                                    | 1,06  | 3,05  |
| Северо-Западный       | 4,5   | 3,1   | 1,4          | 0,14                                    | 0,39  | 0,86  |
| Южный                 | 9,4   | 6,5   | 2,9          | 0,01                                    | 0,33  | 2,59  |
| Приволжский           | 11,4  | 9,4   | 2            | 0,1                                     | 0,47  | 1,41  |
| Уральский             | 12,6  | 9,1   | 3,5          | 0,03                                    | 0,52  | 2,91  |
| Сибирский             | 6,4   | 3,6   | 2,8          | 0,1                                     | 0,72  | 2     |
| Дальневосточный       | 2,5   | 1,6   | 0,9          | 0,1                                     | 0,17  | 0,67  |
| Всего                 | 62,6  | 44,8  | 17,9         | 0,73                                    | 3,66  | 13,49 |

Т а б л и ц а 7. Тепловые нагрузки сферы услуг и домашнего хозяйства больших городов, ГВт

| Федеральный округ            | Всего        | В том числе с числом жителей, тыс. чел. |               |                |              |
|------------------------------|--------------|---|---------------|----------------|--------------|
|                              |              | от 100 до 250                           | от 250 до 500 | от 500 до 1000 | 1000 и более |
| <b>Имеющаяся нагрузка:</b>   |              |   |               |                |              |
| Центральный                  | 64           | 13,4                                    | 13,2          | 9,9            | 27,5         |
| Северо-Западный              | 26           | 4,2                                     | 6,8           | —              | 14,9         |
| Южный                        | 22,3         | 6,8                                     | 6,2           | 6,6            | 2,7          |
| Приволжский                  | 51,8         | 10,6                                    | 5,4           | 19,2           | 16,6         |
| Уральский                    | 21,9         | 5,8                                     | 5,2           | 2,4            | 8,4          |
| Сибирский                    | 35,2         | 7,1                                     | 6             | 11,6           | 10,5         |
| Дальневосточный              | 10,7         | 5,4                                     | 1,1           | 4,1            | —            |
| <b>Всего</b>                 | <b>231,8</b> | <b>53,3</b>                             | <b>44</b>     | <b>53,9</b>    | <b>80,6</b>  |
| <b>Прирост (до 2030 г.):</b> |              |   |               |                |              |
| Центральный                  | 16,9         | 5                                       | 3,3           | 2,8            | 5,8          |
| Северо-Западный              | 5,1          | 0,5                                     | 1,3           | —              | 3,3          |
| Южный                        | 10,3         | 3,8                                     | 2,5           | 3              | 1            |
| Приволжский                  | 11,2         | 2,2                                     | 1,2           | 3,1            | 4,7          |
| Уральский                    | 9,2          | 2,9                                     | 2,1           | 1,6            | 2,7          |
| Сибирский                    | 13,4         | 2,7                                     | 2,4           | 3,9            | 4,3          |
| Дальневосточный              | 2,5          | 1,2                                     | 0,2           | 1              | —            |
| <b>Всего</b>                 | <b>68,5</b>  | <b>18,2</b>                             | <b>13</b>     | <b>15,5</b>    | <b>21,8</b>  |

населения 250 тыс. чел. — 500—800 МВт, 500 тыс. чел. — 1000—1200 МВт, от 1 млн чел. — более 2000 МВт. Следовательно, наиболее востребованными оказываются энергоблоки АТЭС единичной мощностью по отпуску тепла до 100—150 МВт.

Применение малых АТЭС из условий обеспечения безопасности и надежности теплоснабжения ограничено городами с населением до 500 тыс. человек, и они могут использоваться для покрытия не более половины прироста тепловых нагрузок, а также вытеснять не более половины нагрузки действующих теплоисточников. Для этих условий потенциал применения малых АТЭС в стране может составить:

по приросту тепловых нагрузок — 15 ГВт;

по вытеснению существующих тепловых нагрузок — 48 ГВт.

Соответствующая суммарная электрическая мощность АТЭС составит 10 и 32 ГВт при использовании энергоблоков с соотношением отпускаемой тепловой и электрической мощности, равным 1,5, что характерно для установок на базе реакторов типа ВК-50, -100.

Таким образом, электрогенерирующие установки малой мощности нашли значительное применение в энергетике страны. Их суммарный ввод в 2001—2007 гг. превысил ввод крупных электростанций. В стране имеются большие возможности для развития малой энергетики, в том числе атомных электростанций малой мощности. Приоритетом должно стать комбинированное производство электрической и тепловой энергии. Масштабы применения конкретных технологий будут определяться их технико-экономическими показателями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов С.П. Развитие централизованного теплоснабжения в России. — Теплоэнергетика, 2009, № 12, с. 2—14.
2. Филиппов С.П. Малая энергетика в России. — Там же, 2009, № 8, с. 38—44.
3. Филиппов С.П. Прогнозирование энергопотребления с использованием комплекса адаптивных имитационных моделей. — Известия РАН. Энергетика, 2010, № 4, с. 41—55.