

## Микроэнергосистема на основе активного энергетического комплекса

*С.И. Николаева*

*Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград*

**Аннотация:** В статье представлены вопросы внедрения в энергосистему России активных энергетических комплексов (АЭК), как элемента распределенной генерации для коммерческих и промышленных потребителей. Обозначены требования к АЭК, функционирующим в составе Единой Энергосистемы России. Предложен вариант АЭК для агропромышленного предприятия «Агрокомплекс «Волжский»». Оценены результаты от внедрения АЭК на предприятии.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация электроэнергетики, активные энергетические комплексы, малая генерация, микроэнергосистема, газопоршневая электростанция.

### **Введение. Обоснование целей проведенных исследований.**

Среди инновационных решений в сфере электроэнергетики, особое внимание уделяется внедрению в энергетику России распределенной генерации. Распределенная генерация (РГ) представляет собой электростанции, которые расположены близко к месту потребления энергии, и предназначены для питания одного или нескольких потребителей. В первом случае объекты РГ подключены непосредственно к потребителю, а во втором – к распределительной сети. При подключении к системам РГ, потребитель постепенно и плавно уходит из крупной энергосистемы на уровне сетей 6 – 10 кВ.

В России предпосылками к развитию концепции распределенной генерации являются:

- рост стоимости электроснабжения предприятий;
  - сложность или отсутствие экономической целесообразности технологического присоединения к энергосистеме;
  - развитие распределенной генерации и цифровых технологий;
  - стимулирование развития малой энергетики: возобновляемых источников энергии (ВИЭ), газопоршневых и газотурбинных установок, малых гидроэлектростанций (ГЭС) и др.) [1, 2];
-

– наличие современных цифровых технологий, которые позволяют управлять объектами энергосистемы, повышая эффективность и снижая стоимость самих процессов управления.

Вместе с тем, целесообразно, используя энергию объекта РГ, сохранить связь с энергосистемой, что позволяет, во-первых, обеспечить надежность электроснабжения потребителей РГ, и, во-вторых, при необходимости передавать неостребованную электроэнергию в энергосистему.

Такой подход был реализован на основе активного энергетического комплекса (АЭК). Министерством энергетики Российской Федерации 30 июня 2020 г. был принят приказ №507, который дал старт к созданию и вводу в эксплуатацию активных энергетических комплексов.

В сентябре 2020 г. был запущен пилотный проект по созданию в России АЭК. АЭК представляет собой микроэнергосистему, в которой объединены в единый комплекс источник (источники) генерации и присоединенные непосредственно к нему (или через распределительную сеть) потребители. Обязательным условием АЭК является его управление, основанное на современных технических решениях в области электроэнергетики и разработок соответствующего программного обеспечения. Это дает возможность оптимизировать внешнюю инфраструктуру Единой Энергетической Системы (ЕЭС) России и позволяет потребителю снизить стоимость электроэнергии [3, 4].

Основные задачи цифровизации в области электроэнергетики основаны, прежде всего, на внедрении в электроэнергетические системы цифровых технологий. В этом случае АЭК полностью отвечает поставленным задачам цифровизации энергетики [5], поскольку он предусматривает интеллектуальное управление режимами выработки, распределения и потребления электроэнергии. В результате принципиально

---

изменяется характер взаимодействия между поставщиками и потребителями электроэнергии [6].

Концепция распределенной генерации не является новой, во многих странах мира она развивается уже более 20 лет [7,8], что способствует устойчивому развитию отдельных регионов, обеспечению их энергетической безопасности, а также предоставляет возможность решить определенные экологические проблемы [9].

**Анализ перспектив внедрения АЭК в России.** В России внедрение РГ происходило медленнее. Здесь несколько причин. Во-первых, у нас РГ стала развиваться сравнительно недавно. Во-вторых, в других странах распределенная генерация включает в себя в основном возобновляемые источники энергии (солнечные и ветровые электростанции), а в России распределенная энергетика не ограничивается ими. Возможности малой генерации у нас значительно шире и включают в себя объекты, работающие на газе (газопоршневые и газотурбинные установки), дизельном топливе, а также малые ГЭС, геотермальные станции и др.

В упомянутом выше пилотном проекте были сформулированы требования к АЭК в России [10]:

- только один из объектов АЭК имеет точку присоединения к электрическим сетям сетевой организации;
  - все объекты АЭК имеют между собой электрические связи через объекты электросетевого хозяйства, не принадлежащие сетевой организации;
  - регулирование производства и потребления электрической энергии в АЭК осуществляется с применением программно-аппаратного комплекса управляемого интеллектуального соединения (ПАК УИС);
  - в состав АЭК не должны входить потребители, которые относятся к населению.
-

АЭК России, представленные для реализации пилотного проекта, представляют собой объекты, которые соответствуют всем требованиям к АЭК: имеют объекты РГ и присоединенные к его энергоустановкам устройства предприятий и крупных коммерческих центров

Для потребителей, входящих в АЭК, появляется возможность создания собственной микроэнергосистемы с собственной генерацией, со своей сетевой структурой при сохранении связи с ЕЭС, что в конечном счете приведет к оптимальному распределению электроэнергии на нужды предприятия со снижением общих затрат на электроэнергию. Кроме того, появляется возможность по имеющейся с энергосистемой связи регулировать мощность, поступающую в АЭК из системы и, при необходимости, передавать излишки мощности в систему. Следует отметить, что вопросы участия объектов РГ в диспетчерском управлении потоков мощности в ЕЭС в настоящее время требуют правовой проработки и пока используются незначительно, поскольку являются невыгодными для АЭК.

**Внедрение конструкции АЭК для Агрокомплекса «Волжский».** В качестве примера для внедрения АЭК рассмотрено агропромышленное предприятие – «Агрокомплекс «Волжский»», расположенное в Среднеахтубинском районе Волгоградской области.

Источником питания агрокомплекса является подстанция 110/10 кВ «Агрокомплекс». Мощность нагрузки комплекса составляет 40 МВт, а в перспективе предполагается ее увеличение до 60 МВт. Агрокомплекс, как потребитель, относится к III категории по надежности электроснабжения.

Можно обозначить следующие основные проблемы комплекса по его энергообеспечению:

1. Невозможность энергообеспечения предприятия по завершении строительства. Как минимум, потребуется ввод второго трансформатора на питающей подстанции.

---

2. Сложность ввода второго трансформатора из-за ограниченной площади ПС и необходимости реконструкции схемы электрических соединений ПС.

Вместе с тем, данное предприятие полностью отвечает всем условиям, необходимым для создания АЭК:

1. Наличие площади за территорией предприятия, где можно разместить объекты РГ.

3. На агрокомплексе нет потребителей, относящихся к населению.

4. Все объекты, входящие в агрокомплекс (теплицы, холодильники, склады и др.), связаны между собой кабельными линиями, которые являются собственностью агрокомплекса.

5. Предприятие находится в промышленной зоне, удалено от населенных пунктов и не оказывает на них вредного влияния.

6. Есть возможность осуществлять управление процессом производства и потребления электрической энергии.

Предварительно были оценены различные варианты источника генерации для агрокомплекса: во-первых, ветровая, солнечная электростанции. Метеорологические условия местоположения комплекса являются для данных станций благоприятными и рядом с комплексом есть достаточно площади для расположения таких станций.

Вторым вариантом построения АЭК агрокомплекса был выбран вариант с сооружением газопоршневой электростанции (ГПЭС) мощностью до 20 МВт (с перспективой наращивания мощности до 25 МВт). Этот вариант оказался более привлекательным по следующим причинам:

- предприятие имеет квоты на необходимый объем газа, выделенный на Волгоградскую область специально для агрокомплекса;
- на территории предприятия имеются площади для размещения ГПЭС;

- сопутствующее работе ГПЭС тепло может аккумулироваться в хранилищах и использоваться для подогрева теплиц в ночное время;
- аккумулирования электрической энергии не требуется.

Внешнее электроснабжение остается прежним, то есть, осуществляется от ПС «Агрокомплекс» с разрешенным присоединением 35 МВт. Таким образом, в перспективе агрокомплекс будет обеспечен необходимой мощностью в 60 МВт.

Если оценивать стоимость такого варианта, то можно отметить, что несмотря на высокую стоимость ГПЭС (ГПЭС мощностью 5 МВт составляет 70 млн. руб.), стоимость электроэнергии при реализации предлагаемого варианта составит 4,8 руб./кВт·ч. за счет снижения платы за присоединение к энергосистеме. Кроме того, предлагаемый вариант не требует дополнительного присоединения площадей.

В результате внедрения АЭК на Агрокомплексе «Волжский», себестоимость продукции снижается приблизительно на 30%; повышается качество продукции, а также появляется возможность полного импортозамещения сельскохозяйственной продукции в России.

### **Заключение.**

Концепция АЭК перспективна для развития электроэнергетики России, основным достоинством которой является возможность устойчивого развития промышленных предприятий за счет оптимизации затрат на электроэнергию и возможность интеграции в ЕЭС России.

### **Литература**

1. Шеина С.Г., Пирожникова А.П. Тенденции развития альтернативной энергетики в странах мира и России // Инженерный вестник Дона. 2016, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720.



2. Шеина С.Г., Грачев К.С. Лучшие европейские практики для внедрения возобновляемых источников энергии в РФ // Инженерный вестник Дона. 2019, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993).
  3. Илларионова А. В. Интеллектуальные энергетические сети как одно из направлений инновационного развития российской экономики // Молодой ученый. 2020, № 9 (20). С. 122-127.
  4. Минаков А.В., Евраев Л.О. Потенциал и перспективы развития цифровой экономики регионов России // Экономика и управление, 2020. №3 (63). URL: [emjume.elpub.ru/jour/index](http://emjume.elpub.ru/jour/index).
  5. Лапин Р. Д. Перспективы распределенной генерации энергии в РФ // Молодой ученый. 2019. № 31 (269). С. 11-13.
  6. Активные энергетические комплексы – первый шаг к промышленным микрогридам в России. Экспертно-аналитический доклад // Инфраструктурный центр Энерджинет. 2020 г. URL: [ntc-msk.ru/assets/upload/testimonials/Doklad\\_AEK\\_2020.pdf](http://ntc-msk.ru/assets/upload/testimonials/Doklad_AEK_2020.pdf).
  7. Microgrid Analysis and Case Studies Report. California Energy Commission, 2018. 107 с.
  8. Phase I Microgrid Cost Study: Data Collection and Analysis of Microgrid Costs in the United States. National Renewable Energy Laboratory, 2018. 63 p.
  9. Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Совершенствование и модернизация систем и средств энергообеспечения сельхозпредприятий – важнейшее направление снижения энергоемкости сельхозпроизводства // Вестник ВИЭСХ. Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2018. №1(30). С. 3-11.
  10. Проценко П.П., Лисовский В.В. Интеграция распределенной генерации в ЕЭС России в составе активных энергетических комплексов // Вестник АмГУ. Благовещенск. Издательство АмГУ, вып. 93. С. 79-82.
-



11. Общество с ограниченной ответственностью "Агрокомплекс Волжский". Официальный сайт // Интернет-портал ООО Агрокомплекс «Волжский» URL: [checko.ru/company/agrokompleks-volzhsky-1123454000460](http://checko.ru/company/agrokompleks-volzhsky-1123454000460).

### References

1. Sheina S.G., Pirozhnikova A.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720).
2. Sheina S.G., Grachev K.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993).
3. Illarionova A. V. Molodoj uchenyj, 2020. № 9 (20). pp. 122-127.
4. Minakov A.V., Evraev L.O. Ekonomika i upravlenie, 2020. №3 (63) URL: [emjume.elpub.ru/jour/index](http://emjume.elpub.ru/jour/index).
5. Lapin R. D. Molodoj uchenyj. 2019. № 31 (269). pp. 11-13.
6. Infrastrukturnyj centr Enerdzhinet. URL: [ntc-msk.ru/assets/upload/testimonials/Doklad\\_AEK\\_2020.pdf](http://ntc-msk.ru/assets/upload/testimonials/Doklad_AEK_2020.pdf).
7. Microgrid Analysis and Case Studies Report. California Energy Commission, 2018. 107 p.
8. Phase I Microgrid Cost Study: Data Collection and Analysis of Microgrid Costs in the United States. National Renewable Energy Laboratory, 2018. 63 p.
9. Tihomirov D.A., Tihomirov A.V. Vestnik VIESKH. Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK. 2018. №1 (30). pp. 3-11.
10. Procenko P.P., Lisovskij V.V. Vestnik AmGU. Blagoveshchensk Izdatel'stvo AmGU, vyp. 93. pp. 79-82.
11. Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Agrokompleks Volzhskij". Oficial'nyj sajt. [Limited liability Company "Agrocomplex Volzhsky". Official website]. URL: [checko.ru/company/agrokompleks-volzhsky-1123454000460](http://checko.ru/company/agrokompleks-volzhsky-1123454000460).