

- 2004.
5. Рекомендации по установлению критериев приемлемости кондиционированных радиоактивных отходов для их хранения и захоронения. РБ-023-02. Утверждены постановлением Госатомнадзора РФ от 10 января 2002 г. № 1
  6. D.S. Oleynik, D.A. Shkarovskiy, E.A. Gomin, et al, “The status of MCU-5” // Physics of Atomic Nuclei. – 2012. – № 14. – С. 1634-1646
  7. Нассонов Г.П., Нечаев А.Ф. Экономические аспекты «обезвреживания» радиоактивных отходов // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2014. – № 24 (50). – С. 21-22

### АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА БАЗЕ ГТУ–ТЭЦ В РОССИИ

Корольков Д. П., Будько А. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Основной тенденцией развития электроэнергетики в мире является увеличение децентрализованных источников питания, связанных, прежде всего с тем, что данное направление имеет большой потенциал для повышения производительности и улучшения качества жизни для всех. Выражается данная тенденция путем использования технологий «распределенной генерации» [1].

Внедрение распределенной генерации несомненно является одним из перспективным направлением развития электроэнергетики, позволяющим справиться с ростом нагрузки в крупных городах и мегаполисах. Такое направление позволяет снижать перетоки активной и реактивной мощностей по распределительным сетям 6-220 кВ, что дает значительные преимущества в виде отсутствия необходимости в проведении реконструкции распределительных сетей и трансформаторных подстанций (отсрочка в проведении реконструкции) с целью увеличения пропускной способности линий электропередачи и мощности силовых трансформаторов [2].

Приведем основные достоинства и положительный вклад внедрения технологии «распределенной генерации» таблица 1 [3].

**Таблица 1. Положительный вклад распределенной генерации**

Элементы влияния РГ	Экономия стоимости энергии	Экономия потерь в сетях и сетевых перегрузок	Отсрочка инвестиций в генерацию	Отсрочка инвестиций в сетевое хозяйство	Повышение надежности	Рост качества электроэнергии
Срезание пиков нагрузки	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поставка системных услуг Операционные резервы Регулирование Запуск с нуля Реактивная мощность	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Аварийные резервы	Да	Да	–	–	Да	Да

В советский период объектами распределенной генерации были теплоэлектростанции (ТЭЦ), блок-станции, принадлежащие или арендуемые промышленными предприятиями, и объекты средней и малой генерации (в числе последних – малые ТЭЦ и дизельные электростанции).

Внушающие показатели роста общей мощности в Европе на базе ГТУ-ТЭЦ можно представить наглядно с 74 ГВт в 2000 г. до 124-195 ГВт в 2020 г. В России лишь, эти показатели в перспективе на будущее, планируются составить мощностью в 5-10 ГВт на сооружениях малых ГТУ-ТЭЦ, вместо неэкономичных и устаревших.

В целях наглядного представления покажем таблицу 2 об импорте оборудования для распределенной генерации [3].

**Таблица 2.** Импорт оборудования для распределенной генерации в Москву и Санкт-Петербург по данным Федеральной таможенной службы России

Вид оборудования	Таможенная стоимость, млн долл. США			Рост таможенной стоимости к предыдущему году, раз		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Турбины газовые мощностью 5–50 МВт	60,65	104,21	205,42	–	1,72	1,97
Электродвигательные установки дизельные или полудизельные мощностью более 375 кВт	51,25	123,41	252,28	–	2,41	2,04
Электродвигательные установки с искровым зажиганием мощностью более 375 кВт	37,97	104,46	94,81	–	2,75	0,91
Электродвигательные установки ветроэнергетические	0,50	0,26	0,50	–	0,52	1,95
Всего	150,36	332,34	553,02	–	2,21	1,66

В связи с тяжелой экономической ситуацией, перед нами встает вопрос об импортозамещении электрооборудования малых ГТУ-ТЭЦ, так как санкции, которые вводят против нашей страны Америка и Европа, требуют необходимость смотреть в сторону наших отечественных производителей в энергетике [4].

Приведем основных отечественных производителей газотурбинных установок, использующихся для производства электроэнергии (табл. 3).

**Таблица 3.** Основные отечественные производители ГТУ

Завод-изготовитель	Газовая турбина	Электрическая мощность, МВт
ЗАО Уральский турбинный завод, Екатеринбург	ГТЭ – 6	6
ЗАО Невский завод, Санкт-Петербург	ГТЭР-10/Т-12-2ЭУ3	10
	ГТЭР-12/Т-12-2ЭУ3	12
ОАО Кузнецов, Самара	НК-12СТ	6,3
ОАО Авиадвигатель, Пермь	ГТУ-2,5П	2,5
	ГТУ-4П	4
ОАО Калужский двигатель, Калуга	ГТЭС-100	0,1
	ГТЭС-200	0,2

Проведем сравнение газовой турбины ГТУ-4П отечественного производства с газовой турбиной TCG 2032 иностранного производства компании MWM в таблице 4.

**Таблица 4.** Сравнение характеристик газовых турбин ГТУ-4П и TCG 2032

Основные характеристики	ГТУ-4П	TCG 2032
Выходная мощность на клеммах синхронного генератора, МВт	4,13	4,3
Суммарный КПД, %	80,2	87,2
Частота вращения силовой турбины, об/мин	5500	1000
Ресурс часов до капитального ремонта, ч	25000	-
Общий ресурс, ч.	100000	-

Анализируя данное сравнение, можно сделать вывод о том, что наши отечественные установки близки по уровню основных показателей и способны заменить зарубежные установки.

С учетом вышеприведенного анализа объектов малой энергетики в России и с учетом жесткой экономической ситуации требуется масштабный переход к импортозамещению путем использования электрооборудования отечественного производства. Такой подход выведет предприятия на новый уровень изготовления промышленных установок и позволит существенно сократить расходы на электроэнергетику.

Становление мощной самостоятельной подотрасли малой энергетики является основой перехода энергетического сектора России на пути модернизации, инновационного развития. Внедрение систем распределённой генерации позволяет, и извлекать экономическую выгоду, и сберечь окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Owens B. The rise of distributed power // General Electric, 2014, p. 47.
2. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.np-ace.ru>
3. Распределенная энергетика 2012-2016 годов. Рынок газотурбинных установок для электростанций малой и средней мощности и ГПА. // INFOLine, Санкт-Петербург, 2014, С. 172.
4. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.avid.ru/energy>

#### ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ПЛУТОНИЯ В ОЯТ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МИКРОТОПЛИВО В РЕАКТОРЕ ВВЭР

Масенко С. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время повышение безопасности эксплуатации ядерных реакторов является актуальной задачей ядерной энергетики. Для обеспечения безопасной эксплуатации необходимо улучшать механическую прочность материалов, герметичность, устойчивость к перепадам температур и способность удерживать продукты деления. Одной из разработок, которая способна удерживать продукты деления в жестких условиях работы реактора, стало создание керамического микротоплива. В данном топливе горючее вещество находится в центре капсулы и окружено 3-4 слоями защиты [1]. Защитное покрытие первых двух слоев