

## КОНЦЕПЦИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ МО РФ И ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ

*С.Н. Смолинский, Р.Е. Булат, д.п.н., доцент, В.О. Сайданов, д.т.н., профессор  
Военный институт (инженерно-технический)*

*Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии Хрулева А.В.*

В соответствии с государственной стратегией развития Арктической зоны РФ разработана концепция децентрализованного энергоснабжения объектов военной инфраструктуры, действующих и создаваемых в условиях Крайнего Севера. Показано, что наиболее эффективными в экстремальных условиях являются объекты с поливалентной структурой, включающие, кроме традиционных дизельных электростанций с утилизацией тепла и котельных установок, нетрадиционные источники энергии (ветрогенераторы, солнечные батареи и т. д.).

Сформулированы особенности подготовки военных инженеров-энергетиков и квалифицированного технического персонала, способного к эффективной профессиональной деятельности в экстремальных условиях, а также требования к их личным качествам.

В настоящее время в стране реализуется утвержденная Президентом РФ В.В. Путиным, государственная стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации [1]. Одним из приоритетных направлений стратегии является обеспечение военной безопасности, защиты и охраны государственной границы РФ в Арктике.

В рамках данного направления совершенствуются структуры, состав, военно-экономическое и материально-техническое обеспечение Вооруженных Сил РФ, других войск, воинских формирований и органов. Развивается инфраструктура их базирования в Арктической зоне РФ, а также система оперативного оборудования территории в интересах развертывания группировки войск (сил), предназначенной для выполнения задач в Арктике.

В этой связи особую актуальность приобретают вопросы обеспечения автономного энергоснабжения существующих и вновь разворачиваемых группировок Вооруженных Сил РФ в Арктике.

Как известно, в настоящее время по разным оценкам не охвачены централизованным энергоснабжением от 50 до 70 % территории России.



Это практически все побережье Арктических морей, районы Дальнего Востока и Сибири.

На этой территории проживает более 20 млн человек и находятся важные для государства объекты, обеспечивающие обороноспособность страны.

Здесь жизнедеятельность населения и функционирование объектов военной инфраструктуры обеспечиваются системами децентрализованного энергоснабжения (СДЭ).

Функционально каждая такая система состоит из трех частей: электроснабжающей, теплоснабжающей и топливоснабжающей.

Первые две части, по сути дела, являются самостоятельными системами, обеспечивающими потребителей соответствующими видами энергии. В их состав входят автономные источники энергии (АИЭ), устройства для ее транспортирования и распределения (электрические и тепловые сети) и потребители. Подсистема топливоснабжения обеспечивает функционирование АИЭ, использующих углеводородное топливо.

Основными функциональными элементами СДЭ являются АИЭ, условия эксплуатации которых характеризуются следующими особенностями [2].

1. Ограниченная мощность потребителей (как правило, от нескольких десятков кВт до нескольких МВт) предопределяет относительно малое количество АИЭ в составе СДЭ, причем их установленная мощность соизмерима с мощностью потребителей.

2. Функционирование АИЭ с резкопеременными суточными и сезонными электрическими и тепловыми нагрузками согласно графиков потребителей.

3. Преобладание тепловой нагрузки потребителей над электрической обуславливает необходимость установки более мощных источников теплоты в системе.

4. Функционирование подавляющего большинства существующих АИЭ на малых нагрузках в неэкономичных режимах из-за произошедшего в последние десятилетия сокращения потребителей и оставшихся неизменными протяженности существующих сетей.

5. Сложности с доставкой топлива на объекты децентрализованного энергоснабжения (сезонный завод для районов Крайнего Севера и Дальнего Востока).

В настоящее время в качестве автономных источников электрической энергии (АИЭЭ) в основном используются энергоустановки на базе поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), среди которых преобладают дизельные (ДЭУ). В качестве автономных источников теплоты (АИТ) используются теплогенерирующие установки (ТГУ) — котельные (КУ), которые расположены в центрах тепловых нагрузок и связаны с потребителями теплосетями, как правило, двухтрубного исполнения.

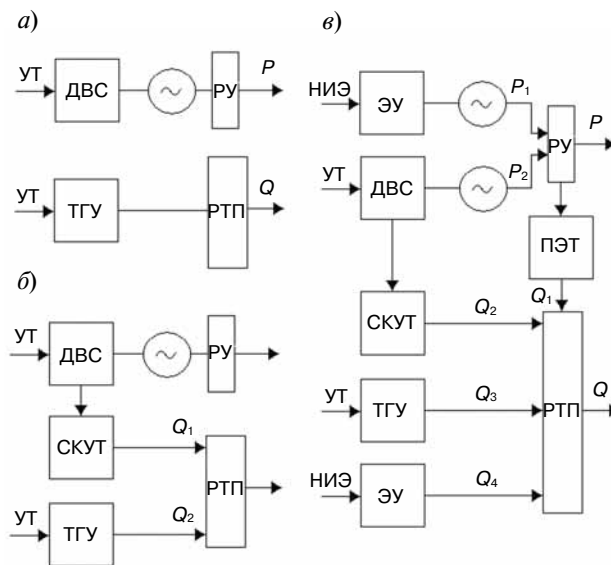
В соответствии с действующим ведомственным нормативным документом [3] концепция децентрализованного энергоснабжения объектов МО РФ предусматривает три варианта построения системы (рис. 1):

- вариант 1 — СДЭ с отдельной выработкой электрической энергии и теплоты (рис. 1, а);
- вариант 2 — комбинированная СДЭ (рис. 1, б);
- вариант 3 — поливалентная СДЭ (рис. 1, в).

Вариант 1 характеризуется наличием ЭУ с ДВС и ТГУ, а также электрических и тепловых сетей при отсутствии связей между ними и режимами их работы.

Вариант 2 также включает в себя электрические и тепловые сети, ТГУ и ЭУ с ДВС, однако последние дооборудованы системой комплексной утилизации теплоты (СКУТ) отработавших газов, охлаждающей жидкости, моторного масла и наддувочного воздуха. Таким образом, ДВС в рассматриваемой системе являются не только автономными источниками электрической энергии, но и источниками теплоты. При этом соотношение электрической мощности, вырабатываемой приводимым генератором, и тепловой, вырабатываемой СКУТ, составляет в среднем 1:1,2.

Как уже было отмечено ранее, для объектов децентрализованного энергоснабжения, расположенных на территории России, всегда имеет место преобладание тепловых нагрузок над электрическими, причем, как показывают результаты энергетических обследований, тепловые нагрузки превышают электрические в 1,5–5 раз. При



**Рис. 1. Варианты построения систем децентрализованного энергоснабжения объектов военной инфраструктуры:**

ДВС — двигатель внутреннего сгорания; РУ — распределительное устройство; ТГУ — теплогенерирующая установка; РТП — распределительный тепловой пункт; СКУТ — система комплексной утилизации теплоты ДВС; УТ — углеводородное топливо; НИЭ — нетрадиционный источник энергии; ЭУ — энергетическая установка, преобразующая нетрадиционные источники энергии; ПЭТ — преобразователь «некачественной» электрической энергии в теплоту;  $P$  — электрическая энергия;  $Q$  — теплота

этом суточные и сезонные максимумы и минимумы теплотребления по времени не совпадают с соответствующими значениями электропотребления.

Таким образом, только СКУТ ДВС по своему энергетическому потенциалу не в состоянии обеспечить теплоснабжение всех потребителей в соответствии с графиком нагрузок. Более того, следует также учитывать то обстоятельство, что с уменьшением электрической нагрузки (менее 50 % от номинальной) эффективность СКУТ снижается в три–четыре раза из-за снижения температуры отработавших газов (ОГ) и интенсивного загрязнения (при работе на жидком топливе) теплообменных поверхностей котлоутилизаторов продуктами неполного сгорания. Поэтому в состав комбинированных СДЭ включены два источника теплоты: СКУТ ДВС и ТГУ, которые объединены в общую тепловую схему, а также имеют общую систему управления и регулирования режимов работы.

При этом ЭУ с ДВС и ТГУ могут размещаться стационарно в одном здании (сооружении) либо выполняться в виде отдельных взаимосвязанных транспортабельных энергоблоков контейнерного исполнения. С целью упрощения инфраструктуры топливной системы и сокращения номенклатуры ГСМ (особенно в труднодоступных районах), ДВС

и ТГУ должны работать на едином виде углеводородного топлива. В состав комбинированной СДЭ включена также единая система автоматического управления (САУ) всеми автономными источниками электрической энергии и теплоты, которая позволяет, например, при сокращении электрической нагрузки ниже 50 % от номинальной мощности ЭУ с ДВС отключать СКУТ (или ее часть — утилизатор теплоты ОГ), одновременно пропорционально изменяя теплопроизводительность КУ.

Отличительной особенностью поливалентных СДЭ (вариант 3, рис. 1, в) является включение в их состав энергетических установок на базе нетрадиционных источников электрической энергии и теплоты (НИЭ). В качестве последних могут быть рассмотрены энергетические установки (ЭУ), не требующие для своего функционирования углеводородного топлива, а использующие природные энергетические ресурсы (ветер, солнце, вода и т. д.).

Учитывая случайно-детерминированный характер прихода энергии от НИЭ, последние самостоятельно не в состоянии обеспечить надежное энергоснабжение объектов. Поэтому применение ЭУ с НИЭ целесообразно только в сочетании с ЭУ на базе ДВС и ТГУ, работающими на углеводородном топливе.

При этом ЭУ с ДВС и ТГУ являются основными источниками энергии, обеспечивающими надежное энергоснабжение потребителей в любой момент времени и при любых атмосферных условиях, а ЭУ с НИЭ служат дополнительными источниками. Включение НИЭ при возникновении благоприятных атмосферных условиях (скорости ветра, напоре водного потока и т. п.) позволяет вывести из действия все или часть установленных мощностей ЭУ с ДВС и/или ТГУ, что способствует экономии углеводородного топлива и ресурса источников энергии.

При разработке поливалентных систем энергоснабжения следует также учитывать то обстоятельство, что из-за непостоянства параметров возобновляемых источников последние в течение длительного времени вырабатывают «некачественную» электрическую энергию, которая не может быть использована для питания потребителей без включения в схему дорогостоящих преобразовательных устройств (выпрямителей и инверторов). Поэтому имеет смысл использовать эту «некачественную» электроэнергию для нужд теплоснабжения, направляя ее, полностью либо частично, в преобразователи электрической энергии в тепловую (ПЭТ). В качестве ПЭТ могут использоваться водогрейные электродкотлы, которые размещают как на территории электростанции, так и непосредственно у потребителей теплоты.

Эффективность различных вариантов построения СДЭ при отпуске электрической  $P$  энергии и теплоты  $Q$  за время  $T$  оценивается значением коэффициента использования теплоты сгорания топлива в системе (КИТ) —  $\eta_{ит}$ :

$$\eta_{ит} = \frac{P + Q}{B_{двс} \cdot T \cdot Q_{двс} + B_{тгу} \cdot T \cdot Q_{тгу}}, \quad (1)$$

где  $P$  — суммарный отпуск электрической энергии потребителям за время  $T$ ;  $Q$  — суммарный отпуск теплоты потребителям за время  $T$ ;  $B_{двс}$ ,  $B_{тгу}$  — расходы топлива ДВС и ТГУ для схемы;  $Q_{двс}$ ,  $Q_{тгу}$  — низшая теплотворная способность топлива ДВС и ТГУ.

Следует отметить, что СДЭ с отдельной выработкой электрической энергии и теплоты характеризуются наименьшими значениями КИТ по сравнению с комбинированными и поливалентными системами.

В настоящее время единственным надежным автономным источником электрической энергии для объектов МО РФ являются электростанции с дизельными, газопоршневыми и газо-дизельными ДВС.

Специалистами ВИ(ИТ) (до 2011 г. ВИТУ) в кооперации с ведущими отечественными проектно-конструкторскими организациями и предприятиями промышленности для объектов военной инфраструктуры разработан типовой ряд комбинированных энергоустановок (КЭУ) на базе отечественных ДВС электрической мощностью от 60 до 1000 кВт, тепловой мощностью от 80 до 1200 кВт (табл. 1).

В связи с разработкой и постановкой на производство на отечественных дизелестроительных заводах двигателей нового поколения, приведен-

Таблица 1

**Типовой ряд энергоустановок с ДВС для объектов военной инфраструктуры**

Электрическая мощность, кВт	Тепловая мощность, кВт	Тип станции	Тип двигателя	Предприятие-изготовитель
60	80	АД-60	6Ч13/14	ООО «Президент Нева», Санкт-Петербург
100	120	АД-100	8Ч13/14	ОАО ЯМЗ, г. Ярославль
200	230	АД-200	8ЧН14/14	ОАО ХК БТМ, г. Барнаул
			12Ч15/18	
520	600	ДГР-520	6ЧН21/21	ОАО ВДМ, г. Балаково
630	720	ДГР-630	6ЧН21/21	
1000	1200	АД-1000	8ЧН26/26	«Коломенский завод», г. Коломна
			8ЧН21/21	

Таблица 2

**Штатное расписание базовой ДЭУ  
с ДВС в зависимости от мощности**

Должность	Установленная мощность электростанции, кВт			
	до 300	от 300 до 1000	от 1000 до 3000	Более 3000
1. Начальник станции	—	—	1	1
2. Мастер	—	1	—	1
3. Машинист	4/1	4/1	4/1	4/1
4. Помощник машиниста	—	—	4/1	4/1
5. Старший электрик	—	—	4/1	4/1
6. Дежурный приборист-электрик	4/1	4/1	4/1	4/1
7. Кладовщик по хранению топлива	—	—	—	1
8. Уборщик помещения	—	—	—	1
9. Слесарь-ремонтник	—	—	1	1

*Примечание.* В числителе — количество персонала в целом по станции, в знаменателе — количество персонала в одной смене.

ный типовой ряд будет расширяться и пересматриваться

Для осуществления технически грамотной эксплуатации энергоустановок типового ряда в экстремальных условиях необходимы квалифицированные инженеры-энергетики и инженерно-технические работники. В табл. 2 представлено типовое штатное расписание для базовых ДЭУ с ДВС при 4-сменном режиме работ персонала [2].

Следует признать, что в настоящее время в связи с нерациональным реформированием высших учебных заведений политехнического профиля возникла проблема с подготовкой специалистов по эксплуатации тепломеханической части ДЭУ с ДВС. Гражданские вузы осуществляют подготовку инженеров-проектировщиков, а не эксплуатационников.

Подготовка квалифицированного эксплуатационного персонала для электростанций с ДВС в настоящее время актуальна еще и потому, что сегодня на архипелагах Новосибирские острова, Новая земля, Северная Земля, Земля Франца-Иосифа и на острове Врангеля продолжается создание современной военной инфраструктуры, включая строительство военных городков замкнутого цикла.

В результате проведения реформы техническую эксплуатацию дизельных и газодизельных электростанций МО РФ осуществляют структуры ОАО «Оборонсервис» по системе аутсорсинга. Практика показала, что в условиях гарнизонов на Арктических островах и других удаленных объектах МО РФ привлечение этих структур к эксплуатации электростанций с ДВС и других АИЭ

не целесообразно. Эксплуатировать СДЭ должны специалисты, прошедшие специальное обучение, в том числе овладевшие навыками профессиональной деятельности в экстремальной обстановке, к которой несомненно относятся условия Крайнего Севера. Такая подготовка возможна только в стенах военного вуза.

Начиная с 1939 г., подготовка военных специалистов-энергетиков, способных в числе многих других задач решать и перечисленные выше, осуществлялась в вузе, которым в настоящее время является Военный институт (инженерно-технический) — далее ВИ(ИТ), Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. Таким образом, еще в 1939 г. была признана недостаточной специализация гражданских вузов для подготовки военных специалистов инженерно-технического профиля, пригодных для профессиональной деятельности в экстремальных условиях, в том числе при переходе с мирного на военное время и в боевых условиях.

В военном вузе для целенаправленного формирования готовности выпускника к профессиональной работе военных энергетиков используется весь потенциал уклада повседневной деятельности курсантов. Педагогические условия, средства и методы специальной подготовки курсанта в военном вузе несравнимо шире. Служебные, общественные, общие и специальные обязанности военнослужащих могут намного эффективнее использоваться при формировании у обучающихся требуемых специфических способностей к решению профессиональных задач в экстремальных условиях.

Исследования последних пятнадцати лет, проводимые в ВИ(ИТ), включали анализ профессиональной деятельности выпускников в вооруженных конфликтах [4].

В ходе исследований было доказано, что профессиональная деятельность военных специалистов инженерно-технического профиля характеризуется высоким психоэмоциональным напряжением и требует предельных резервов функциональной адаптации. В результате специфика их воинского труда выявила противоречие между высокими требованиями к психофизиологическим механизмам их жизнедеятельности и биологией человека, по-прежнему остающейся относительно устойчивым консервативным началом.

Формирование готовности выпускников военного вуза технического профиля к профессиональной деятельности в экстремальных условиях заключается в поэтапном развитии у обучаемых специфических свойств личности. Для этого на каждом из этапов педагогического процесса была обеспечена взаимосвязь учебных

дисциплин с практическим выполнением курсантами задач, требующих системы действий, которые по своей психологической структуре отражают реальную профессиональную деятельность в экстремальных условиях.

Для формирования требуемых профессиональных навыков военных инженеров-энергетиков ВИ(ИТ) имеет развитую учебно-материальную базу, которая включает несколько учебных лабораторий и отделений, оснащенных стационарными и передвижными действующими дизель-электрическими установками мощностью от 12 до 630 кВт, в том числе стационарная электростанция, установленной мощностью 1630 кВт.

Все это позволяет осуществлять подготовку специалистов — военных инженеров-энергетиков (по программам ФГОС ВПО) и техников (по программам ФГОС СПО).

В 2013 г. с целью повышения эффективности эксплуатации объектов военной и социальной инфраструктур ВС РФ был создан Департамент эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций МО РФ, а далее — соответствующие управления во всех военных округах.

Актуальность и своевременность этих преобразований подтвердили результаты командно-штабных тренировок, ежегодно проводимых в Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. Так, при моделировании действий Управления эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций Западного ВО выполнялись задачи в условиях перехода с мирного на военное время. В процессе решения задач передачи казарменно-жилищного фонда и обеспечения потребностей войск округа были вскрыты как недостаточная способность частных организаций выполнять ранее реализуемые системой Главного квартирно-эксплуатационного управления (ГлавКЭУ) МО РФ функции, так и необходимость развития существующей модели эксплуатационного

содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций МО РФ.

В этой связи целесообразно проведение работы по обоснованию новых штатных структур энергетических эксплуатационных подразделений МО РФ для объектов децентрализованного энергоснабжения.

Подготовка кадров для эксплуатации электростанций гарнизонов на Арктических островах может быть организована в ВИ (ИТ) ВА МТО, который на сегодняшний день имеет лицензию, учебно-материальную базу, научно-педагогический состав и многолетний опыт подготовки специалистов по следующим военно-учетным специальностям (ВУС):

➤ ВУС 620500 Монтаж, эксплуатация и ремонт теплосилового оборудования объектов военной инфраструктуры.

➤ ВУС 620600 Монтаж, эксплуатация и ремонт электромеханических установок объектов инфраструктуры флота.

---

#### Литература

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. (утв. Президентом РФ 20.02.2013 г.).

2. Системы малой энергетики. Современное состояние и перспективы развития / В.К. Аверьянов, А.М. Карасевич, В.О. Сайданов и др.; под ред. В. К. Аверьянова. — М.: ИД «Страховое ревю», 2008. — Т. 2. — 568 с.

3. Система ведомственных нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов МО РФ. Ведомственный свод правил ВСП 43-02-05/МО РФ: Правила проектирования стационарных электростанций с двигателями внутреннего сгорания объектов военной инфраструктуры. — М.: Изд-во Минобороны, 2006. — 93 с.

4. Булат Р.Е. Унификация управления качеством профессиональной подготовки в военно-технических вузах. — ВИТУ: — СПб., 2008. — 244 с. ISBN 5-94287-075-6