

ТЭС-3 – ПЕРЕДВИЖНАЯ АТОМНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, ТРАНСПОРТИРУЕМАЯ НА ГУСЕНИЧНЫХ САМОХОДАХ

Н.Ю. Науменко, И.М. Мохирева

АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»

249033, г. Обнинск, пл. Бондаренко, д. 1



До середины 50-х годов прошлого столетия учеными и инженерами Обнинского Физико-энергетического института (ФЭИ) был разработан ряд уникальные проектов, послуживших фундаментом для развития отечественной и мировой атомной энергетики. В этот перечень входит и ТЭС-3 – первая передвижная атомная электростанция, ставшая символом малой атомной энергетики, историческим достижением российских учёных, частью наследия города Мирного атома.

ТЭС-3 – демонстрационно-экспериментальная установка, являясь одним из возможных вариантов ядерного энергоисточника для удаленных районов, представляла собой энергопоезд из четырёх платформ на гусеничном шасси с реакторным блоком, оснащённым реактором водо-водяного типа с турбогенератором мощностью 1,5 МВт. ТЭС-3 была создана в рекордно короткие сроки благодаря масштабу и кооперации участников проекта под научным руководством сотрудников Лаборатории «В». Установка показала надёжность в работе, хорошую управляемость, безопасность и удобство обслуживания. За весь период эксплуатации в энергетическом режиме ТЭС-3 проработала около 1300 часов без каких-либо радиационных аварий. После завершения топливной кампании первой загрузки в 1965 г. реактор был остановлен, но идея транспортабельных крупноблочных электростанций небольшой мощности в дальнейшем получила развитие в виде передвижных станций следующего поколения.

Ключевые слова: ТЭС-3, атомный энергопоезд, первая передвижная АЭС малой мощности, транспортируемая наземная электростанция на ядерном топливе, энергосамород, водо-водяной реактор, история мирного атома, Лаборатория «В».

В октябре 2021 г. исполнилось 60 лет со дня энергетического пуска в Обнинске первой отечественной передвижной атомной электростанции малой мощности – ТЭС-3.

В 1950-е гг., когда зарождалась атомная энергетика, появлялись невероятно смелые идеи. Одна из них – сделать самоходную атомную электростанцию для работы на Крайнем Севере. Первым эту мысль высказал Министр Е.П. Славский. В 1955 г. Ефим Павлович посетил ленинградский Кировский завод. Именно в беседе с директором ЛКЗ Н.М. Синёвым впервые прозвучало предложение о разработке мобильной атомной электростанции, которая могла бы питать электроэнергией

© *Н.Ю. Науменко, И.М. Мохирева, 2022*

удалённые гражданские и военные объекты.

По характеру и цели создания транспортная электрическая станция явилась демонстрационно-экспериментальной установкой. Станция предназначалась для изучения опыта создания и получения экспериментальных данных, необходимых для разработок других проектов.

Предложение Е.П. Славского стало руководством к действию, и уже вскоре ЛКЗ в кооперации с Ярославским паровозостроительным заводом подготовил проекты атомного энергопоезда – передвижной АЭС небольшой мощности для транспортировки по железной дороге. Разработка проекта энергетической установки была поручена Физико-энергетическому институту (тогда ещё Лаборатории «В»). Основанием проведения работ было Постановление Совета министров СССР (октябрь 1956 г.).

Была поставлена задача создания АЭС малой мощности, которая изготавливается на заводе в максимально готовом виде и должна удовлетворять требованиям перевозки железнодорожным транспортом.

АЭС предназначалась для работы в автономных условиях. Ставилось также условие возможности перебазирования установки с невыгруженной зоной после работы на мощности.

Вскоре (в 1957 г.) эскизный проект передвижной станции был готов. Его авторы – Юрий Анатольевич Сергеев и Дмитрий Леонидович Бродер. Учёные предложили поставить портативную атомную электростанцию на гусеницы, сделав её практически вездеходной. Идея казалась заманчивой – станция на гусеницах своим ходом подойдёт к какому-то руднику, посёлку, угольному разрезу и начнёт обеспечивать его энергией, а через год – три перейдёт на другое место. Зачем в условиях вечной мерзлоты строить стационарную станцию, когда можно обойтись более экономичным и прогрессивным вариантом?

Работа над реактором ТЭС-3 началась в ФЭИ в лаборатории М.Е. Минашина группой из пяти человек под руководством Ю.А. Сергеева. Эта группа совместно с сотрудниками лаборатории Б.Г. Дубовского Б.Г. и Д.Л. Бродера, а также ОКБ Ленинградского Кировского завода сформировала основные предложения по принципиальной схеме конструкции реактора.

В 1957 г. в связи с дальнейшим развитием в ФЭИ работ по малогабаритным реакторам (в том числе для транспортных установок) на базе группы Ю.А. Сергеева была образована лаборатория № 30, в которой сосредоточилась координация работ по установке ТЭС-3.

Для реализации проекта дополнительно привлекались ряд проектных, конструкторских, научно-исследовательских организаций: ЛПИ, ЦНИИ-45, СКБК-189, ЦКБА, ЦКБС-4, ГПИ ТПЭП, ЛКБ-12, НИИ-8, ОКБ-12, НИИ-9, НИИ-627; заводы «Электросила», «Вагоностроительный» им. Егорова, «Экономайзер», «Красная заря», «Электропульт» и другие. Изготовление опытного образца ТЭС-3 выполнялось Ленинградским Кировским заводом при участии более сотни поставщиков стандартного оборудования, приборов и специальной аппаратуры. Научное руководство созданием уникального объекта осуществлялось Лабораторией «В». Основными участниками были Ю.А. Сергеев, В.И. Орехов, В.А. Наумов, Г.Я. Румянцев, М.Е. Минашин, В.В. Орлов.

Физические эксперименты для ТЭС-3 выполнялись на трёх последовательно созданных физических стендах в лаборатории под руководством И.Г. Морозова. Первая критическая сборка весьма приблизительно моделировала реактор, так как была собрана на имевшихся в распоряжении твэлах, ранее используемых для АМ-1 (под аббревиатурой АМ – «Атом мирный» зашифрован реактор Первой АЭС). Вторая и

третья горячие сборки (стенд ТЭС-3) могли быть разогреты почти до проектных температур. Для созданных горячих сборок температурный эффект имитировался разбавлением воды муравьиной кислотой. Основными участниками экспериментов были Б.Г. Дубовский, И.Г. Морозов, М.Н. Ланцов, Е.А. Плаксин, В.И. Фёдоров.

В 1961 г. установка АЭС ТЭС-3 уже была изготовлена и подготовлена к пуску на площадке ФЭИ. Физический пуск был осуществлён силами Лаборатории № 2. Реактор достиг критичности 7 июня, а 13 октября 1961 г. ТЭС-3 приняла первую электрическую нагрузку.

Масштаб и кооперация участников проекта позволили создать транспортабельную АЭС в рекордно короткие сроки. С момента технического задания (декабрь 1956 г.) до энергетического пуска (октябрь 1961 г.) прошло менее пяти лет.

Управление ТЭС-3 подробно описано в докладе № 310 на III Женевской конференции в 1964 г. [1], а архивные документы ФЭИ, содержащие технические схемы энергосамоходов ТЭС-3, рассекречены сравнительно недавно – в 2016 г.

Передвижная атомная электростанция ТЭС-3 электрической мощностью 1500 кВт, ставшая первым в СССР (и в мире) практическим опытом создания транспортируемой наземной электростанции на ядерном топливе, состояла из четырех самоходных платформ на гусеничных удлиненных шасси тяжелого танка с кузовами вагонного типа, функционально скомпонованными в реакторный и турбинный блоки, парогенераторный блок и блок управления (рис.1 – 3).



Рис. 1. Энергоблок ТЭС-3

В первом самоходе находится реактор с обслуживающими работу системами (рис. 4); во втором – парогенератор, различное оборудование и циркуляционные насосы для подпитки первого контура, теплообменник, посредством которого тепло передается рабочему телу; в третьем – турбогенератор мощностью 1,5 МВт, в четвертом – пульт управления и вспомогательное оборудование.

Реакторный блок оснащён реактором водо-водяного типа. В качестве замедлителя и теплоносителя использована обычная вода высокой степени очистки от растворённых солей и примесей. В первом контуре установки давление 130 кг/см², расход воды – 320 т/ч, температура воды на входе в реактор – 270°С, на выходе из реактора – 300°С. Вес оборудования станции (включая биологическую защи-

ту) – 210 т, вес всех энергосамоходов – 310 т. В активной зоне реактора, имеющей форму цилиндра высотой 600 и диаметром 660 мм, размещены 74 тепловыделяющие сборки с высокообогащенным ураном. Средняя тепловая нагрузка в реакторе составляла $0,6 \cdot 10^6$ ккал/(м²·ч), максимальная – $1,3 \cdot 10^6$ ккал/(м²·ч). Мощность турбогенератора станции – 1,5 МВт.

Конденсатор турбогенератора охлаждался технической водой, сбрасываемой в брызгальный бассейн ТЭЦ, находящийся на территории промплощадки ФЭИ.

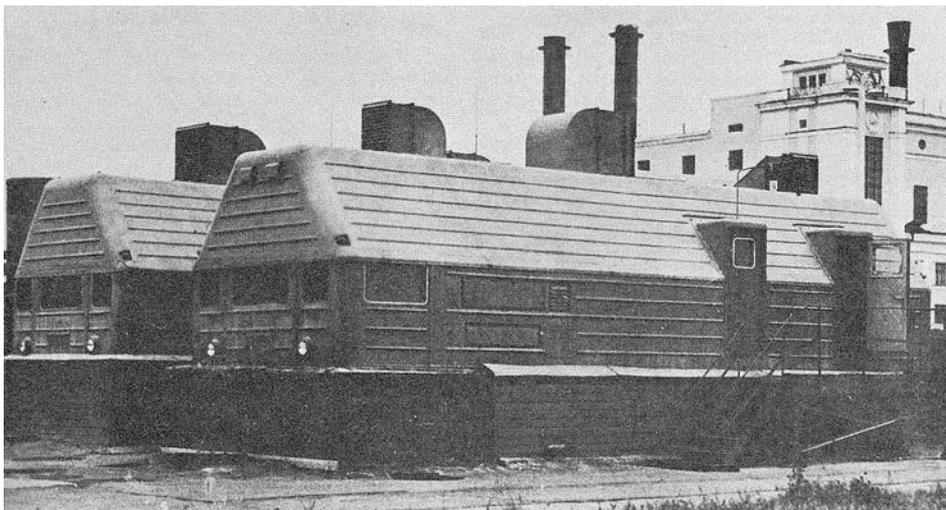


Рис. 2. Вид на энергосамоходы с пультом управления и турбогенератором. Гусеницы энергосамохода закрыты для утепления [2]

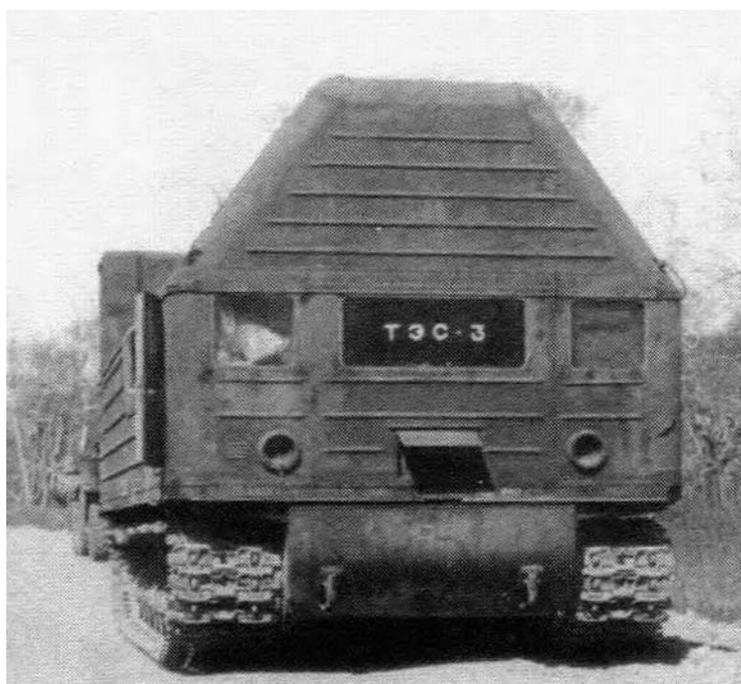


Рис. 3. ТЭС-3 во время движения

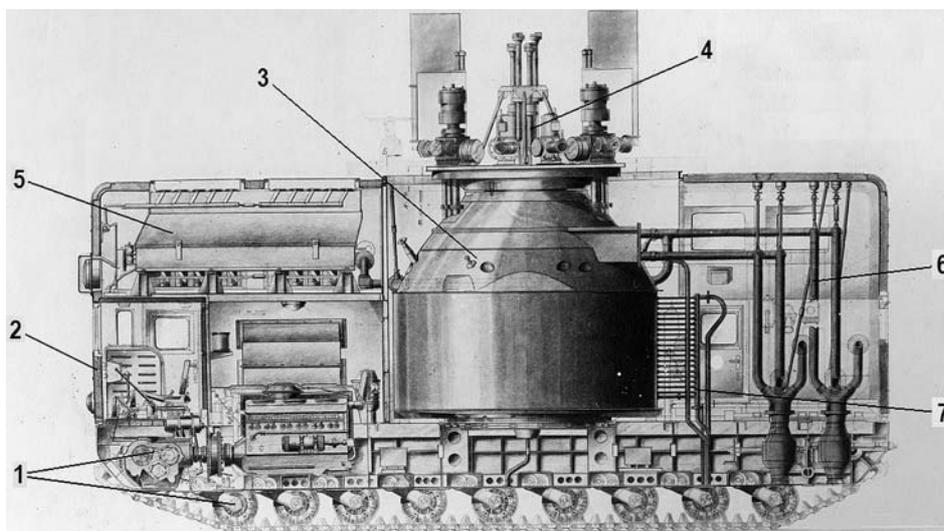


Рис. 4. Схема энергосамохода с реактором и обслуживающими системами: 1 – самоходная платформа; 2 – кузов; 3 – реактор с защитой; 4 – исполнительные механизмы СУЗ; 5 – радиатор; 6 – трубопровод первого контура; 7 – трубопровод технической воды

На месте эксплуатации четыре платформы соединялись между собой системой трубопроводов и кабельных линий. Длительность кампании реактора рассчитывалась на период от 250-ти суток с работой в разных энергетических режимах по уровню мощности.

Для защиты от излучения во время работы вокруг первых двух самоходов на месте эксплуатации сооружается земляная защита. Реакторный самоход снабжён транспортируемой биологической защитой, позволяющей производить монтажные и демонтажные работы уже через несколько часов после останова реактора, а также перевозить реактор с частично или полностью выгоревшей активной зоной. При транспортировке охлаждение реактора осуществляется с помощью воздушного радиатора, обеспечивающего съём остаточных тепловыделений (до 0,3% номинальной мощности установки).

Станция ТЭС-3, являясь одним из возможных вариантов ядерного энергоисточника для удаленных районов, показала надежность в работе, хорошую управляемость, безопасность и удобство обслуживания [2], которое на всех этапах работы осуществлялось персоналом Первой АЭС – сменой из трёх человек.

За весь период эксплуатации (1961 – 1965 гг.) не зафиксировано каких-либо радиационных аварий.

Впоследствии программа была свёрнута. После завершения топливной кампании первой загрузки реактор был остановлен, установка законсервирована и до сих пор находится на площадке хранения ФЭИ. В 1980-х гг. идея транспортабельных крупноблочных атомных электростанций небольшой мощности получила дальнейшее развитие в виде ТЭС-7 и ТЭС-8.

Макет ТЭС-3 экспонировался во многих странах мира. В 1968 г. АЭС ТЭС-3 была представлена на Выставке достижений народного хозяйства в Москве в павильоне «Атомная энергия» и удостоена Диплома Первой степени [4]. Большая группа сотрудников ФЭИ – участников проекта – награждена медалями ВДНХ и отмечена правительственными наградами. Упрощённую схему и принцип действия передвижной атомной электростанции ТЭС-3 можно было рассмотреть на действующем макете, представленном в московском Политехническом музее с 1965 г.

Многочисленные делегации ближнего и дальнего зарубежья посещали ФЭИ и с интересом знакомились с уникальным объектом. Так с 19 по 30 мая 1963 г. в Советском Союзе находилась делегация Комиссии по атомной энергии США во главе с председателем КАЭ Гленном Т. Сиборгом. В состав делегации входили председатель генерального консультативного комитета КАЭ Менсон Бенедикт, генеральный управляющий КАЭ А. Людеке, начальник управления по Международным делам А. Уэлс, директор Аргоннской национальной лаборатории А. Крю и другие. 23 мая делегация посетила Физико-энергетический институт, где им показали Первую атомную электростанцию, быстрые реакторы БР-1 и БР-5, передвижную ядерную энергетическую установку и натриевую лабораторию [3]. Побывал на ТЭС-3 и Ю.А.Гагарин, посетивший Обнинск в 1966 г., о чем свидетельствует историческая фотография (рис. 5).



Рис. 5. Первый космонавт Ю.А. Гагарин на ТЭС-3 31 мая 1966 г.

Вероятно, в скором будущем в Обнинске может появиться новый исторический памятник на основе оригинальной установки ТЭС-3. Композиция ТЭС-3 может стать еще одним элементом уже имеющейся системы символов достижений обнинских учёных в области атомной энергетики, включая Первую в мире АЭС. Инициатива создания экспозиции уникальной разработки активно обсуждается научной общественностью ФЭИ, представителями Музея мировой атомной энергетики и администрацией города [5].

Этот памятник должен напоминать современникам о великих достижениях российской инженерной мысли, служить примером для подражания в целеустремленности, способности к решению сложных технологических задач, трудолюбию, напоминать о том, что именно обнинская земля является колыбелью атомной энергетики страны и мира. И, конечно, он должен сыграть свою роль в формировании мировоззрения студентов Обнинского института атомной энергетики НИЯУ МИФИ.

Благодарность

Авторы выражают благодарность научному руководителю АО «ГНЦ РФ-ФЭИ» В.М. Троянову, исполнительному вице-президенту Общероссийской общественной организации «Ядерное общество России» С.В. Кушнарёву и бывшему старшему инженеру управления установкой, ветерану атомной отрасли В.К. Сазонову за ценные замечания и помощь при написании статьи.

Литература

1. Петросьянц А.М. Третья международная женеvская конференция атомников. // Атомная энергия. – 1964. – Т. 17. – Вып. 5. – с. 323-328. Электронный ресурс: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t17-5_1964/go,2/ (дата доступа 24.11.2021).
2. Синёв Н.М., Красин А.К. и др. Малогабаритная атомная электростанция ТЭС-3. // Атомная энергия. – 1964. – Т. 17. – Вып. 6. – С. 448-452. Электронный ресурс: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t17-6_1964/go,24/ (дата доступа 24.11.2021). DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01122767>.
3. Бочвар А.А. Пребывание делегации КАЭ США в Советском Союзе. // Атомная энергия. – 1963. – Т. 15. – Вып. 1. – С. 91-93. Электронный ресурс: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t15-1_1963/go,92/ (дата доступа 24.11.2021).
4. Фролов Ю.В., Левченко Ю.А., Громыко А.Ю. Мгновения нашей истории. – Обнинск: ГНИЦ РФ-ФЭИ, 2021. – С. 38-39.
5. Кошелева Н. В Обнинске может появиться новый исторический памятник – совершенно не похожий на другие. // НГ Регион. 11.11.2021. Электронный ресурс: <http://ngregion.ru/initsiativa/v-obninske-mozhet-poyavitsya-novuj-istoricheskij-pamyatnik-sovershenno-ne-pokhozhij-na-drugie> (дата доступа 24.11.2021).

Поступила в редакцию 30.11.2021 г.

Авторы

Науменко Наталья Юрьевна, научный сотрудник
E-mail: NYNaumenko@rosatom.ru

Мохирева Инна Михайловна, руководитель музейной группы
E-mail: mokhireva@ippe.ru

UDC 621.039

TES-3 – TRANSPORTABLE NUCLEAR POWER PLANT INSTALLED ON SELF-PROPELLED TRACKED TRANSPORTERS

Naumenko N.Yu., Mokhireva I.M.

SSC RF – FEI JSC

1 Bondarenko Sq., 249033 Obninsk, Kaluga Reg., Russia

ABSTRACT

Until the mid-1950s, scientists and engineers at the Obninsk Institute of Physics and Power Engineering (IPPE) had worked out a number of unique projects that served as the foundation for the development of domestic and world nuclear power engineering. The list of these projects includes, in particular, TES-3, the first mobile nuclear power plant, which has become a symbol of small-scale nuclear power engineering, a historical achievement of Russian scientists, and part of the heritage of the «city of peaceful atom».

TES-3, a demonstration and experimental plant, being one of the possible nuclear power sources for remote areas, was a mobile power-generating unit consisting of four tracked platforms with a reactor unit equipped with a water-cooled water-moderated reactor with a 1.5 MW turbogenerator. The «self-propelled uranium-fueled machine» was created in record time due to the scale and cooperation of the project participants under the scientific guidance of the «V» Laboratory staff. The plant showed reliability

in operation, good controllability, safety and maintainability. Over the entire operating period in the power generation mode, TES-3 worked for about 1300 hours without any radiation accidents. After the completion of the first fuel campaign in 1965, the reactor was shut down, but the idea of mobile large-component low-power nuclear plants was further developed in the form of mobile nuclear power plants of the next generation.

Key words: TPP-3, nuclear power train, the first mobile low-power nuclear power plant, transportable land-based nuclear-fueled power plant, power self-propelled power plant, water-moderated reactor, atoms for peace history, «V» Laboratory.

REFERENCES

1. Petros'yants A.M. Third International Geneva Conference of Atomic Scientists. *Atomnaya Energiya*. 1964, v. 17, iss. 5, pp. 323-328. Available at: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t17-5_1964/go,2/ (accessed Nov. 24, 2021) (in Russian).
2. Sinev N.M., Krasin A.K., Bychkov I.F., Blokhin O.I., Broder D.L., Gabrusev V.N., Dudnikov Yu.V., Zhil'tsov V.A., Koptev M.A., Komarov A.Ya., Kotov A.P., Lantsov M.N., Lisochkin G.A., Merzlikin G.A., Morozov I.G., Orekhov Yu.I., Sergeev Yu.A., Slyusarev P.N., Ushakov G.N., Fedorov N.V., Chernyy V.Ya., Shmelev V.M. TES-3 Compact Atomic Power Station. *Atomnaya Energiya*. 1964, v. 17, iss. 6, pp. 448-452. Available at: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t17-6_1964/go,24/ (accessed Nov. 24, 2021); DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01122767> (in Russian).
3. Bochvar A.A. Visit of the US AEC Delegation to the Soviet Union. *Atomnaya Energiya*. 1963, v. 15, iss. 1, pp. 91-93. Available at: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t15-1_1963/go,92/ (accessed Nov. 24, 2021) (in Russian).
4. Frolov Yu.V., Levchenko Yu.A., Gromyko A.Yu. *Moments of Our History*. Obninsk. SSC RF-FEI JSC Publ., 2021, pp. 38-39 (in Russian). ISBN 978-5-907108-26-4.
5. Kosheleva N. A New Historical Monument May Appear in Obninsk, Completely Different from Others. *NG Region*. 11.11.2021. Available at: <http://ngregion.ru/initiativa/v-obninske-mozhet-poyavitsya-novyj-istoricheskij-pamyatnik-sovershenno-nepokhozhij-na-drugie> (accessed Nov. 24, 2021) (in Russian).

Authors

Naumenko Natalya Yurievna, Researcher

E-mail: NYNaumenko@rosatom.ru

Mokhireva Inna Mikhailovna, Head of Museum Group

E-mail: mokhireva@ippe.ru