

## ТРАДИЦИОННАЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ



А.П.Суржиков, д. ф.-м.н., профессор,  
директор ЭЛТИ ТПУ

Основным направлением развития университета, объединяющим все сферы его деятельности на обозримое будущее, должно стать формирование единого научно-образовательного центра, сфокусированного на проблематике эффективного использования ресурсов.

Закономерен вопрос о месте и роли в этом аспекте энергетики — важнейшей составляющей ресурсного обеспечения современного общества.

Разработанная Энергетическая Стратегия России на период до 2030 г. (ЭС-2030) определяет необходимый комплекс мер, направленных на диверсификацию используемых видов топлива и энергии, рационализацию топливно-энергетического баланса и на снижение зависимости энергетики от природного газа, угрожающей национальной энергетической безопасности. Значительный упор планируется сделать на развитие неуглеводородной энергетики, прежде всего атомной, и расширение использования экономически эффективных возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе и водородной энергетики.

В развитии топливно-энергетического комплекса (ТЭК) существенное внимание уделяется снижению удельной энергоёмкости процессов производства, транспортировки и потребления энергии. Сложившаяся на сегодня чрезмерная энергоёмкость данных процессов в России (в среднем в 3-4 раза выше аналогичного показателя зарубежных индустриальных государств) создает условия для значительного снижения спроса на энергию за счет энергосбережения.

Потенциал энергосбережения в экономике России, составляющий 40-50% от общего энергопотребления, может быть реализован при условии разработки и внедрения передовых технологий энергосбережения на всех этапах жизненного цикла энергоносителей от производства до потребления, которые позволят увеличить долю экономически привлекательных энергосберегающих инвестиций.

Для Сибири и Дальнего Востока — регионов, обладающих основными запасами минеральных ресурсов страны, — проблема энергосбережения и обеспечения энергетической безопасности особенно актуальна и требует дополнительных усилий вследствие проявления ряда негативных факторов: суровых климатических условий, больших расстояний, слабой инфраструктуры и хозяйственной освоённости.

*The Role of Scientific – Educational Power Engineering Complex of Tomsk Polytechnic University in the Sphere of Energy Efficiency, Energy Conservation and Energy Security.*

A.P. Surzhikov, Professor, Doctor of Arts in Mathematical Science,

Director of the Institute of Electrical Engineering

An integrated scientific and educational center focused upon the efficient use of resources must become the primary line of the University development for the foreseeable future.

The issue of energy conservation and security of energy supply is very important for Russia and particularly urgent for Siberia and the Far East.

Tomsk Polytechnic University is in a unique superposition of research potential in this area. The University stands out for its possibility of systematic scientific research work across the spectrum of fuel and energy sector including mineral resources, fuel factor, generation of both heat and electrical energy, its transport, distribution and consumption.

A number of significant scientific and applied results have been achieved within the framework of the conducted researches:

- main problems and tasks have been determined for the development of scientific and technological basis for fluoride – distillation technology of irradiated fuel processing as a part of a near-by-station closed nuclear technological cycle at a fast neutron nuclear power generation station;

- the first in the RF full-range electric system real time simulator complex has been developed.

- general theory of heat transfer in the objects of heat supply and main and district heat pipelines has been elaborated.

- estimation procedure has been developed to monitor application efficiency of nonconventional and renewable energy sources such as solar, wind, minor streams.

- method of low-temperature dehydrogenization of metals and alloys with radiation exposure has been developed.

- a number of high-current switching devices have been developed and introduced into the batch production.

- unique methods of plasma heat-reflective coatings have been expanded.

However, despite the significant results of all University units working in the given area their activity is not coordinated. It is advisable to establish a large educational and scientific complex within the structure of Tomsk Polytechnic University that is Power Engineering Institute to improve efficiency, quality and level of work, to coordinate efforts to conduct researches in the sphere of power engineering and to implement interdisciplinary scientific and educational programs.

Томский политехнический университет представляет собой уникальную суперпозицию исследовательского потенциала по данному направлению. В партнерстве с промышленными предприятиями Росатома, Росэнергоатома, энергетических компаний именно ТПУ способен генерировать знания в области перспективных энергетических и энергосберегающих технологий нового поколения. Сегодня здесь основным приоритетом является междисциплинарность исследований, что хорошо сочетается со сложившейся политехнической инфраструктурой университета. При этом, помимо традиционной углеводородной энергетики, одними из динамично развивающихся научно-педагогических школ ТПУ являются направления водородной энергетики, использования возобновляемых природных энергетических ресурсов и ядерных тематик научных исследований.

Отличительной особенностью университета является возможность проведения системных научно-исследовательских работ по всему спектру топливно-энергетического комплекса, включая минерально-сырьевую базу, топливную составляющую (угольную, углеводородную, ядерную, водородную), генерацию как тепловой, так и электрической энергии, ее транспортировку, распределение, потребление.

Созданная в рамках энергетического направления инфраструктура университета, включающая в себя электротехнический институт, физико-технический факультет, теплоэнергетический факультет, НИИ ядерной физики, кафедру водородной энергетики и плазменных технологий ЕНМФ, региональный центр ресурсосбережения, позволяет сформировать научно-образовательную среду мирового уровня,

ориентированную на создание, развитие и применение методов и технологий генерации, транспортировки и использования электрической и тепловой энергии, обеспечивающих научно-технический прорыв в области энергоэффективности и энергобезопасности, реализацию инновационных образцовых технологий в процессе подготовки переподготовки специалистов повышенного технического потенциала и кадров высшей квалификации для энергетического комплекса России.

Уже сегодня этот комплекс позволяет проводить научные исследования и разработки по широкому спектру:

- развитие технологий ядерной энергетики реакторами на быстрых нейтронах;

- разработка технологий создания новых видов топлива в замкнутом ядерном топливном цикле (ЗЯТЦ), в том числе на основе композиционных материалов;

- разработка энергосберегающих технологий переработки ядерных сырьевых материалов облученного ядерного топлива;

- проведение комплексных исследований в области водородной энергетики, разработка технологий изготовления станций на основе водородных топливных элементов;

- создание инновационных ресурсоэффективных технологий для всех основных этапов жизненного цикла энергоносителей: производство, транспортировка, распределение и потребление;

- разработка методов и средств мониторинга энергетических систем на основе возобновляемых источников энергии как в целом, так и каждого элемента системы в отдельности;

- создание перспективных технологий энергоаудита производителей и потребителей тепловой и электрической энергии, обеспечивающих разработку организационных, технологических и технических энергосберегающих мероприятий для формирования рынка энергосбережения;

- разработка организационных и технологических решений по повышению эффективности сжигания традиционного топлива и утилизации органических отходов и местных некондиционных энергоносителей;

- диспетчеризация и управление режимами работы энергетического оборудования и энергетических систем и сетей;

- разработка и внедрение инновационных энергосберегающих технологий и аппаратных комплексов производства свето- и теплоотражающих покрытий;

- оптимизация систем транспорта, распределения и потребления тепловой и электрической энергии применительно к городам, группам зданий и отдельным объектам;

- разработка научно-обоснованных норм потребления тепловой и электрической энергии с учетом эксплуатационных факторов;

- подготовка высококвалифицированных специалистов и команд профессионалов мирового уровня в сфере атомной энергетики, энергосбережения и энергетической безопасности.

К настоящему времени в рамках обозначенных исследований получен ряд значимых научных и прикладных результатов:

- определены основные проблемы и задачи по разработке научно-технических основ применения торийно-дистилляционной технологии переработки и облученного ядерного топлива в составе пристационарного замкнутого ядерно-технологического цикла АЭС на быстрых нейтронах;

- разработан единственный в РФ всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ЭЭС), предназначенный для анализа нормальных и аварийных режимов ЭЭС, проверки, настройки и модернизации устройств релейной защиты, технологической и противоаварийной автоматики. Комплекс обеспечивает диспетчерское управление в режиме реального времени. Наиболее близким зарубежным аналогом является гибридная моделирующая система реального времени компании ChubuElectricPowerCo. (Япония), имеющая многократно большую стоимость. На данный момент возможно мелкосерийное производство комплекса. Внедрено в промышленность 3 комплекса;

- разработана общая теория теплопереноса в объектах теплоснабжения, магистральных и квартальных теплотрубопроводах, позволяющая прогнозировать энергоэффективность современных систем транспорта тепловой энергии и уровень энергообеспечения объектов различного назначения с учетом их состояния, метеорологических условий, режимов эксплуатации, а также вырабатывать научно обоснованные рекомендации по модернизации теплоэнергетических объектов и нормы потребления тепловой энергии. Созданная теория теплопереноса в объектах теплоснабжения превосходит уровень отечественных достижений и не имеет аналогов в мировой практике;

- разработана методика оценки эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии: солнца, ветра, малых водотоков. Оценка эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для электрификации объектов, не имеющих централизованного электроснабжения, производится на основе сравнительного технико-экономического анализа всех возможных вариантов электрификации. При этом рассматриваются варианты электроснабжения не только от нетрадиционных источников энергии, но и вполне традиционные варианты: строительство линий электропередачи и использование дизельных электростанций. Исходными данными расчетов являются кадастр нетрадиционных и возобновляемых источников рассматриваемого региона, технические и экономические показатели комплектующих оборудования, выпускаемого ведущими российскими предприятиями, Государственные элемен-

тные сметные нормы (ГЭСН) на строительные и монтажные работы. Данная методика была успешно опробована на примере Томской области. В отличие от других организаций и учреждений в университете уделяют большое внимание разработке и созданию гибридных источников электроэнергии на возобновляемых природных ресурсах (ветро-солнечных, гидро-солнечных и пр.);

- разработан способ низкотемпературного удаления водорода из металлов и сплавов при радиационном воздействии. К достоинством данного способа относится экологическая безопасность, возможность проводить удаление водорода при комнатной и ниже температурах, возможность снятия микронапряжений, являющихся аккумуляторами водорода и потенциальными источниками образования трещин в процессе эксплуатации оборудования;

- разработаны и внедрены в серийное производство высокоточные коммутационные аппараты: вакуумные управляемые разрядники на напряжение до 100 кВ с током коммутации до 400 кА и вакуумные выключатели на напряжение от 1 до 35 кВ, с номинальным током вплоть до 4000 А и номинальным током отключения до 40 кА. Работа отмечена премией Правительства РФ в области науки и техники «За комплекс работ по исследованию, созданию и освоению серийного производства вакуумных выключателей высокого напряжения»;

- разработаны уникальные технологии плазменного нанесения теплоотражающих покрытий. Технологии предназначены для модифицирования оптических свойств листового стекла путем нанесения тонких слоев из металлов и сплавов, а также их оксидов методом распыления в вакууме металлических катодов плазмой аномального тлеющего разряда магнетронного типа. На данный момент освоено серийное производство установок магнетронного напыления покрытий на листовое стекло. Разработанные установки успешно используются для напыления деталей антенн спутников системы ГЛОНАСС. Установка по нанесению защитных терморегулирующих покрытий на спутники навигационной системы ГЛОНАСС включена РАН в перечень лучших за 2007 год. Десять типов плазменных установок (25 комплектов) и сопутствующих им технологий внедрены в России, Японии, Чехии, Южной Корее и других странах.

Совокупный кадровый потенциал, участвующих и привлекаемых к выполнению работ в данном направлении составляет 536 человек, в том числе 2 академика РАН, 2 чл.-корр. РАН, 1 чл.-корр. РАН, 66 докторов наук, 223 кандидата наук, 6 заслуженных деятелей науки.

Доля выпускников бакалавриата, специалитета и магистратуры по данному направлению составляет соответственно 26, 23 и 21 % от общего числа выпускников очной формы обучения.

В аспирантуру и докторантуру ежегодно зачисляется около 35 аспирантов (эффективность работы аспирантуры составляет примерно 45%) и 3-4

докторанта. Ежегодно защищается до 16 кандидатских и 2 – 3 докторских диссертаций.

За 2006 – 2008 гг. по направлению исследований опубликовано 24 монографии в российских изданиях, 62 публикации в зарубежных периодических изданиях, 365 публикаций в российских изданиях из списка ВАК; зарегистрировано 120 объектов интеллектуальной собственности.

За последние три года выполнено 185 НИОКР на общую сумму 265 млн руб. по заказам и на средства ФЦП, Роснауки, Рособразования, РФФИ, СО РАН, субъектов РФ, муниципальных образований, стратегических российских и зарубежных партнеров.

Основными стратегическими партнерами в России являются Институт ядерной физики СО РАН (г.Новосибирск), Институт теплофизики СО РАН (г. Новосибирск), Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН (г. Иркутск), РИЦ «Курчатовский институт» (г. Москва), ВНИИ неорганических материалов им. Бочвара (г. Москва), НИИ атомных реакторов (г.Димитровград), Физический институт им. Лебедева РАН (г. Москва), Московский энергетический институт (технический университет); ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф.Решетнева» (ФКА «Роскосмос»), ОАО «Системный оператор ЕЭС», ОАО «Федеральная сетевая компания ЕЭС», нефтегазодобывающие компании ТНК-ВР, ОАО «Томскнефть» ВНК, ОАО «НПЦ «Полус»; промышленные площадки Томского научного центра СО РАН.

Из зарубежных партнеров, в первую очередь, надо отметить Университет г. Кассель (Германия), Университет г. Карлсруэ (Германия), Университет г. Хиросима (Япония), Международное агентство по атомной энергии, Университет Пенсильвании (США), Университет г. Рейкьявика (Исландия), Чешский технический университет в г. Прага (Чехия).

Реализация всего комплекса обозначенных мероприятий позволит:

- обеспечить снижение энергопотребления за счет внедрения новых сберегающих технологий в различных отраслях экономики;

- коммерциализовать перспективные водородные технологии производства энергии и энергоисточников на базе возобновляемых природных энергетических ресурсов;

- сократить до минимума затраты времени и средств при организации взаимодействия между промышленными, опытно-конструкторскими, научно-исследовательскими и образовательными структурами и учреждениями;

- создать базу проведения исследований, направленных на повышение безопасности, эффективности и экологической прием-

лемости предприятий ядерного топливного цикла, расположенных в Сибирском регионе;

- изменить энергетическую инфраструктуру всего комплекса промышленного производства, значительно повысив его эффективность и обеспечить переход от экстенсивной схемы освоения запасов металлодержавших руд и углеводородов к интенсивной схеме;

- повысить независимость энергетики России от наличия ископаемых энергетических ресурсов и степени совершенства транспортной инфраструктуры;

- усилить экспорт образовательных услуг и опережающую подготовку специалистов для удовлетворения потребностей действующих и вновь создаваемых промышленных и исследовательских предприятий всего комплекса энергетической отрасли, в том числе и ядерно-топливного цикла;

- обеспечить переподготовку и повышение квалификации специалистов и коллективов разработчиков мирового уровня в сфере технологий водородно-энергетики, новых и возобновляемых источников энергии, энергосбережения, которые будут способствовать обеспечению энергетической безопасности регионов России.

Однако, несмотря на достаточно значимые результаты всех подразделений университета, работающие в данном направлении, их деятельность практически не скоординирована и носит разрозненный характер. Это приводит зачастую к мелкотемью, дублированию, нерациональному использованию трудовых материальных и финансовых ресурсов, а в некоторых случаях затрудняет или делает невозможным планирование и выполнение перспективных комплексных проектов и программ.

Для повышения эффективности, качества уровня работ, координации усилий в выполнении исследований в области энергетики, реализации междисциплинарных научных и образовательных программ целесообразно создать в структуре Томского политехнического университета крупный учебно-научный комплекс – Энергетический институт.



8 корпус ТПУ 2009 год.