

## **Водородная энергетика, энергосбережение и возобновляемые источники энергии**

**Руководитель направления:  
Ю.И. Тюрин, профессор, д.ф.-м.н.**



Целью реализации инновационной образовательной программы является развитие научных исследований и подготовка специалистов в сфере инновационных технологий водородной энергетике, возобновляемых источников энергии и энергосбережения, формирование условий для кадрового обеспечения экологической и энергетической безопасности современного общества.

Выступая в июне 2007 года на церемонии вручения международной премии "Глобальная энергия" в рамках Петербургского экономического форума, Президент В.В. Путин подчеркнул: "...Развитие энергетике все больше становится залогом стабильности и прогресса в мире. Надежное обеспечение энергоресурсами прямо определяет экономические успехи государств и качество жизни миллионов людей на планете. От того, как мы решим эти проблемы, зависит то, как будет решен вопрос, волнующий всё человечество – вопрос сохранения окружающей среды. Россия намерена и дальше поддерживать исследования в области инновационных энерготехнологий, в вопросах экологической безопасности и энергоэффективности, энергосбережения и в целом – содействовать укреплению научного потенциала энергетической отрасли".

Церемония вручения премии "Глобальная энергия" проводилась в 2007 г. уже в пятый раз и "...за эти годы она стала не просто традиционной, но и приобрела весомое звучание. Премия служит поощрению прорывных разработок лучших учёных и международных научных школ в области энергетике", – подчеркнул Путин.

Лауреатами премии "Глобальная энергия 2007" стали академик Владимир Накоряков из Новосибирска, профессор кафедры водородной энергетике и плазменных технологий ТПУ, выпускник ТЭФа ТПУ 1958 года, доктор Джеффри Хьюитт (Великобритания) и доктор Торстейнн Инги Сигфуссон (Исландия).

Как сказал Путин, Накоряков и Хьюитт добились блестящих результатов в создании теплоэнергетических технологий, а профессор Сигфуссон из Исландии заслужил высокую оценку жюри за исследования по внедрению водородной энергетике.

В рамках молодежной программы Международной энергетической премии "Глобальная энергия" в общероссийском конкурсе участвовало более 200 вузов и научных центров России.

В этой связи отметим, что лауреатом молодежной программы фонда "Глобальная энергия" в 2006 г. стал доцент ХТФ А.А. Громов (Разработка мобильных генераторов "холодного" молекулярного водорода "Водаль" на основе нанопорошков алюминия и воды, н. руководитель – проф. каф. ОНХ Ильин А.П.).

Водород становится одним из главных мировых источников альтернативного топлива. По мнению проф. Торстейнна Инги Сигфуссона, производство водорода из природного газа требует меньше затрат, чем его производство из какого-либо другого сырья.

Следует уже сейчас помнить об опасности для окружающей среды, которая грозит нашей планете, прежде чем мы столкнемся с большими катаклизмами, касающимися климатических изменений. Человек завоевал Землю и очень серьезно влияет на окружающую среду. Сейчас потребление энергии сопровождается большими выбросами углерода в атмосферу, от которых трудно избавиться. Важно снизить содержание углерода в топливе и использовать возобновляемые источники энергии.

Производство водорода и применение его, как топлива, в Исландии может служить моделью для всего мира. Для того чтобы отойти от использования углеводородов в пользу новой топливной базы, требуется более успешный и более точный, умелый подход к использованию углеводородных



**Президент России Владимир Путин вручает премию "Глобальная энергия" за 2007 год академику Владимиру Накорякову, проф. каф. ВЭПТ ТПУ.**

технологий. Нужно приручить и использовать новые элементы – это водород, – чтобы спасти мир.

Есть как минимум две предпосылки для того, чтобы считать водородную энергетику и плазменные технологии магистральным направлением развития технологической культуры нашей цивилизации.

Во-первых, человечество вступает в эпоху новой энергетической стратегии. Суть её проста: надо обеспечить долговременное развитие экономики (что означает непрерывный рост потребления энергии на душу населения при одновременном снижении экологической нагрузки на биосферу). Анализ ситуации показывает, что сегодня только производство водорода и его последующее сжигание в электрохимических топливных элементах и двигателях внутреннего сгорания может одновременно (комплексно) решить проблемы, указанные выше. Поэтому все промышленно развитые страны мира активно движутся к освоению новой технологической парадигмы, называемой водородной энергетикой. В последние годы наблюдается стремительный рост инвестиций в эту область.

Во-вторых, водородная энергетика тесно связана с применением плазмы для получения водорода, нанесения покрытий на мембраны топливных элементов, модифицирования свойств поверхности конструкционных элементов и других задач.

Сегодня плазма широко используется во многих отраслях. Без неё невозможно представить электронную промышленность, оптику, обработку материалов в самом широком аспекте. Россия, несмотря на трудности последних 20 лет, очень заметна на мировом рынке плазменных технологий. Приятно осознавать, что в этой сфере наш Томск является одним из самых продвинутых городов в стране.

Россия, безусловно, великая энергетическая держава. Хорошо известны её амбиции на этот счёт (быть в числе лидеров мирового рынка энергии). Но нам предстоит ещё многое сделать, чтобы доказать себе и другим, что и в водородной энергетике мы можем быть достойными партнёрами для экономически развитых стран.

**INNOVATIVE EDUCATIONAL PROGRAMME OF TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY IN THE FIELD OF HYDROGEN POWER ENGINEERING, RENEWABLE ENERGY RESOURCES AND ENERGY SAVING**

**Y.I. TYURIN**

*Doctor of Physics and Mathematics*

The implementation objective of this field within the framework of TPU innovative educational programme is to develop scientific research and educate specialists in the field of innovation technologies of hydrogen power engineering, renewable energy resources and energy saving, as well as to ensure both ecological and power safety of staff within the modern society.

President V.V. Putin making his speech in the Global Energy International Prize Award Ceremony that was held on July 9, 2007 said, "... Energy development is more and more becoming the guarantee of stability and progress in the world. Reliable energy supplies directly determine countries' economic success and the quality of life for millions of people around the world. ... Russia will continue to support research into innovative energy technology, environmental safety, energy efficiency and energy conservation. Overall, we will help to strengthen the energy sector's scientific potential".

The winners of this year's Global Energy Prize 2007 are Academician Vladimir Nakoryakov from Novosibirsk, Russia, Professor of the Department of Hydrogen Power Engineering and Plasma Technologies of Tomsk Polytechnic University who graduated from Thermal Power Engineering Department of TPU in 1958, Doctor Jeffrey Hewitt from the United Kingdom, and Doctor Thorstein Sigfusson from Iceland.

Means employed:

Establishment of centre of advanced education of elite specialists and expert teams in hydrogen power engineering technologies, renewable energy resources and energy saving on the bases of the faculty of Natural Sciences & Mathematics and Institute of Electrical Engineering of Tomsk Polytechnic University.

Objectives:

- Development of scientific research and establishment of educational environment in accordance with the world standards;
- Advanced education of specialists for such leading enterprises as Roscosmos, electronic and optical industries, Atomprom, Unified Energy System of the RF involving scientists and leading specialists of advanced organisations.

The department of Hydrogen Power Engineering and Plasma Technologies (HEPT) was established on the bases of the faculty of Natural Sciences & Mathematics and laboratory of plasma technologies of Scientific-Research Institute of Nuclear Physics in TPU and appeared to be the first in Russia.

Hydrogen Power Engineering and Plasma Technologies Departments train bachelors in the field of Physics – 010700 who continue their education in accordance with master's programme Plasma Physics - 010705 following the orders of industrial plants, working in the field of High-Tech, and research organisations. Our strategic partners are the Institute of High-Current Electronics, Siberian Branch of the Russian Academy of Science (Tomsk) and Scientific Development and Production Centre of Applied Mechanics (Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region)



Ключевым элементом в технократическом обществе является человек, владеющий знаниями в данной сфере. Поэтому ТПУ на базе факультета естественных наук и математики, а также лаборатории плазменных технологий Научно-исследовательского института ядерной физики недавно открыл первую в стране кафедру "Водородная энергетика и плазменные технологии" (ВЭПТ), перед которой поставлена задача: организовать подготовку специалистов, способных успешно работать в новых условиях. Её сотрудники занимаются научными исследованиями в области взаимодействия пучков заряженных частиц и плазмы с веществом, физики тонких плёнок, техники и технологии осаждения модифицирующих покрытий на различные материалы. Ведется работа по созданию и внедрению в производство оборудования для реализации пучковых и плазменных технологий как в России, так и за рубежом (Южная Корея, Япония, Чехия и др.).

Кафедра ВЭПТ готовит бакалавров по направлению 010700 "Физика", продолжающих затем обучение по модернизированной магистерской программе 010705 "Физика плазмы" (научный руководитель – проф. Кривобоков В.П.), в рамках которой готовятся специалисты по физике плазмы с ориентацией на инженерные аспекты этой специальности. Потребители их – современные промышленные предприятия, работающие в High-Tech, и научные организации. Нашими стратегическими партнёрами стали Институт сильноточной электроники СО РАН (г. Томск) и НПО прикладной механики (г. Железногорск Красноярского края).

Высококвалифицированные сотрудники института работают на кафедре ВЭПТ преподавателями, а НПО прикладной механики размещает у нас заказы на разработку новых технологических процессов и плазменного оборудования, которые используются в производстве космической техники. При этом оба партнёра проявляют большой интерес к нашим выпускникам. В 2007 году были выпущены два первых магистра, в 2010 году планируется выпуск не менее пятнадцати человек.

В России пока нет образовательного стандарта по водородной энергетике. Поэтому в рамках ИОП–3 во втором квартале 2007 года была завершена работа по разработке авторской программы магистерской подготовки "Водородная энергетика" (научные руководители – проф. Тюрин Ю.И. и проф. Кривобоков В.П.). Программа прошла все фазы согласования, что позволило начать подготовку магистров с сентября 2007 года. Вопрос о стратегических партнёрах находится в стадии решения. Весьма вероятно, что ими будут Институт теплофизики СО РАН (Новосибирск) и Университет Исландии. На кафедре ВЭПТ профессором на постоянной основе работает сотрудник Института теплофизики, известный специалист в области водородной энергетике, академик РАН Накоряков В.Е. Одновременно ведётся работа по организации сотрудничества с Исландским университетом и Университетом Рейкьявика. Намечен визит делегации ТПУ с целью изучения опыта Исландии – страны, весьма продвинутой в области водородной энергетике, в проведении научных исследований и подготовке специалистов для этой сферы. Но вместе с этим, как высказался лауреат международной энергетической премии "Глобальная энергия" 2007 года, профессор Торстейнн Инги Сигфуссон: "Исландия – очень маленькая страна, в ней очень мало университетов и, соответственно, научных центров, научного потенциала и опыта в серьезных исследованиях. Всем этим в полной мере обладает именно ваша страна, и я очень хочу, чтобы исландские и российские учёные объединили свои усилия в области практического использования водородной энергетике".

Успешное развитие водородной энергетике неразрывно связано с безопасной работой энергетических установок. Водород, взаимодействуя с конструкционными материалами, вызывает охрупчивание, резкое ухудшение их физических и механических свойств и, как следствие, приводит к аварийным ситуациям.

В связи с этим становится актуальным:

- экспериментальное и теоретическое исследование влияния водорода на свойства материалов;
- разработка и создание материалов, устойчивых к воздействию водорода;
- развитие неразрушающих методов контроля водородного охрупчивания конструкционных материалов;
- развитие способов низкотемпературного удаления водорода из конструкционных материалов;
- опережающая подготовка специалистов в области материаловедения водородной энергетике.



**Магнетронные источники нанесения катализирующих покрытий методом магнетронного напыления до 1000 м<sup>2</sup> в сутки, изготовленные сотрудниками ТПУ**

Модернизированная образовательная программа подготовки магистров по направлению "Физика конденсированного состояния" разработана на кафедре общей физики ЕНМФ на основе компетентностного подхода, кредитной стоимости результатов обучения в целом и отдельных дисциплин, в частности. Программа инвариантна зарубежным аналогам. Ядро концепции формирования компетенций составляет положение об учёте интересов выпускника и работодателя. При разработке кредитной стоимости результатов обучения наибольшие кредиты имеют компетенции, основанные на способностях к самостоятельной творческой деятельности, и формирующие их дисциплины.

Образовательная программа предусматривает глубокую естественно-научную и математическую подготовку. Магистр владеет профессиональными знаниями в области методов ядерного анализа твёрдого тела, изотопного, химического анализов и структурного анализа методами атомной физики, широким спектром знаний о дефектах в твёрдых телах, сформированными компетенциями по применению полученных знаний для решения нечетко определенных задач в нестандартных ситуациях. Это позволяет выпускнику работать в инновационных направлениях научных исследований, связанных с водородной энергетикой, нанотехнологиями, атомной энергетикой и др.

Благодаря внедрению проблемно-ориентированного и проектно-организованного обучения формируются компетенции в проектировании научных исследований, в проведении экономического расчёта, маркетингового прогнозирования и менеджмента разработанного проекта. Способность к проведению научных исследований развивается у магистрантов в процессе работы в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН, Институте сильноточной электроники СО РАН, Институте ядерной физики СО РАН, НИИ при ТПУ.

Nowadays there is no educational standard within the field of hydrogen power engineering in Russia. In the framework of innovation educational programme of TPU master's programme was elaborated which is aimed at specialists' training in the field of Hydrogen Power Engineering. This programme is going to be launched in September 2007.

There is a close connection between hydrogen power engineering development and safe performance of electric power plants. Due to this fact advanced education of specialists in the field of material study for hydrogen power engineering is of current concern.

Education of master students in accordance with the improved educational programme in the field of Condensed Matter Physics was elaborated by the Department of General Physics at the faculty of Natural Science and Mathematics. This program is based on competitive approach and credit system of education. When educating specialists, we take into consideration the interests of both graduate and employer.

Besides, it should be taken into consideration that reliable energy supply defines economic success of the state, as well as the quality of life and is connected with such aspects as energy saving and energy efficiency. In comparison with such countries as Japan, EU countries and the USA energy intensity of goods and services in Russia exceeds 3-4 times that slows down economy development of the country and makes such goods and services noncompetitive on the world market. Education of master students in the field of Energy Saving and Energy Efficiency within the frames of educational programme of TPU is aimed at specialists' training.

The elaborated programme was approved by the specialists of enterprises who will be our strategic partners and who will later on employ our graduates.

The following companies have offered to be our strategic partners: A.D.D. Service Company, OAO Federal Grid Company of the Unified Energy System of Russia, Energogarat, Regional Control Centre for Energy Efficiency, Energomash Limited.

Master's programme Renewable Energy Systems makes provision for specialists training in accordance with the world standards. Specialists educated in accordance with this programme will be able to install renewable energy plants into power-supply systems of any kind.

Competitive advantages of graduate:

Combination of fundamental training and unique knowledge within this field are aimed at problem solving:

a) project management and effective management of fundamental and applied research in the field of hydrogen power engineering;

b) provision with scientific and technological development facilities of power systems on the bases of hydrogen and accompanying technologies;

c) development of energy supply systems including plasma technologies;

d) knowledge of modern computer technologies of hydrogen power engineering system design and plasma production on the bases of code programmes;

e) design, analysis and calculation of modern energy supply systems;

f) good command of English for special purposes;

g) leader's features, successful team work under the conditions of competitive environment, ability to plan professional growth;



Партнёрами в области материаловедения в системах металл–водород являются:

- Томский научный центр;
- Фраунгоферовский институт неразрушающих методов контроля Саарбрюкен, (Германия);
- Университет Карлсруэ (Германия);
- Институт синхротронного излучения Карлсруэ (Германия).
- Исследования выполняются в рамках грантов Фраунгоферовского общества неразрушающих методов контроля (Германия), проекта Международного научно–технического центра, грантов РФФИ, гранта программы Минобрнауки "Развитие научного потенциала высшей школы".

По результатам исследований опубликовано более 20 статей в рецензируемых журналах, изданы 2 монографии. Студенты и аспиранты прошли стажировку во Фраунгоферовском институте неразрушающих методов контроля, проводятся регулярные семинары с участием ведущих сотрудников наших научных партнёров.

В настоящее время один магистрант кафедры ОФ обучается в Университете Карлсруэ, два магистра выиграла грант на обучение в аспирантуре Университета Карлсруэ.

В процессе выполнения Инновационной образовательной программы планируется:

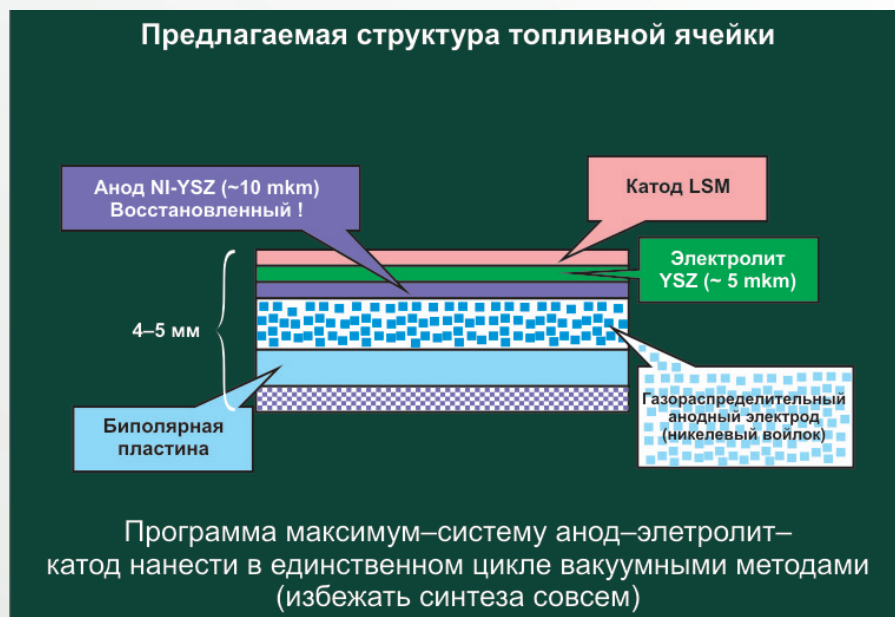
- подготовка диссертаций магистров, кандидатов и докторов наук на научной базе Фраунгоферовского института неразрушающих методов контроля, Института синхротронного излучения и Томского научного центра;
- развитие научной базы в университете по проблеме: "Материаловедение для водородной энергетики";
- чтение лекций ведущих профессоров наших партнёров для студентов ТПУ;
- проведение совместных семинаров;
- создание научно-образовательной лаборатории по изучению и аттестации наноструктур с использованием синхротронного излучения.

Одной из основных задач этой лаборатории является исследование физики водородного охрупчивания материалов для водородной энергетики.

У всех выпускников, проявивших успехи в учёбе и склонность к научной работе, после магистратуры есть возможность продолжить учёбу в аспирантуре. Они востребованы высшими учебными заведениями, научно-исследовательскими организациями и высокотехнологическими предприятиями в областях машиностроения, космической техники, электроники, оптики, медицинской техники и т.п. как в России, так и в зарубежных странах.

Другой аспект надежного обеспечения энергоресурсами, который прямо определяет экономические успехи государств и качество жизни людей на планете, связан с энергосбережением и энергоэффективностью. Большая энергоёмкость российских товаров и услуг (в 3–4 раза превосходящая таковые в Японии, странах ЕС, США) делает их неконкурентоспособными на мировом рынке, что тормозит развитие экономики России. Огромный потенциал энергосбережения – около 40 % от объёма потребления электрической и тепловой энергии – стимулирует борьбу за повышение эффективности использования энергии в экономике России на одно из первых мест. До недавнего времени в нашей стране не велась подготовка специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности. В лучшем случае дело ограничивалось чтением соответствующего курса лекций в рамках специальностей "Электрические системы и сети" или "Электроснабжение промышленных предприятий".

Реформа российской электроэнергетики, перевод всей экономики на рыночные рельсы, предстоящее вступление России в ВТО повысили интерес руководителей всех уровней и всех отраслей экономики, включая саму электроэнергетику, к проблеме энергоэффективности. Всё чаще в ЭЛТИ ТПУ, в том числе на кафедру "Электроэнергетические системы и высоковольтная техника", приходят запросы от подразделений РАО "ЕЭС России", от предприятий нефтяной, газовой и нефте-газохимических отраслей на специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности (последний по времени запрос поступил от компании "А.Д.Д. Сервис"). Включённая в инновационную образовательную программу ТПУ подготовка магистров по программе "Энергосбережение и энергоэффективность" призвана восполнить пробел в подготовке таких специалистов.



**Направление научной деятельности – тонкопленочные твердооксидные топливные элементы**

Разработанная программа предполагает подготовку специалистов-энергетиков, владеющих, кроме традиционных, знаниями в области применения энергосберегающих технологий производства и передачи электрической энергии, выполнения энергоаудита и приборного энергообследования, по проблемам качества электрической энергии и электромагнитной совместимости. Программой предусмотрено освоение таких учебных дисциплин как "Энергоэффективность систем энергоснабжения", "Методы контроля и обеспечения электромагнитной совместимости в электроэнергетике" и др. Она была предварительно обсуждена со специалистами предприятий, которые будут нашими стратегическими партнёрами или традиционными "потребителями" наших выпускников.

Выступить в качестве стратегических партнёров выразила желание компания "Энергомаш (ЮК) Лимитед".

В настоящее время ведутся переговоры об участии партнёров в создании специализированного учебного класса по энергосбережению и энергоэффективности, оснащённого современными компьютерными программами, приборами контроля качества электроэнергии, ключевых элементов АСКУЭ (автоматизированной системы коммерческого учёта электроэнергии) и др.

Магистерская программа "Системы электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии" предусматривает подготовку специалистов мирового уровня, способных эффективно встраивать установки возобновляемой энергетики в системы электроснабжения различных объектов. Данное направление развития энергетики весьма актуально и занимает приоритетные позиции в таких странах, как Германия, Дания, Голландия, США и других. Причины бурного развития возобновляемой энергетики – это обостряющиеся проблемы экологии и истощение запасов ископаемых видов топлива. О значимости этих мировых проблем свидетельствует их обсуждение на недавней встрече лидеров восьми ведущих мировых держав.

j) professional knowledge in the field of hydrogen economy.

Foreign partners:  
University of Iceland  
Universities of Kassel and Karlsruhe (Germany),

Fraunhofer Institute of Nondestructive Methods of Control, Saarbrücken, Germany  
Institute of Synchrotron Radiation of Research Centre (Karlsruhe, Germany).

In 2007, following the agreement concluded with Kassel University, it is planned to elaborate new master's programme Electric Power Engineering especially developed for business customer that is Unified Energy System of the RF (RAO UES of Russia). Graduates will be awarded two diplomas these are of Tomsk Polytechnic University and Kassel University (Germany).

Education courses:  
Master's programmes in the following fields:

Hydrogen power engineering Technologies  
Plasma Physics  
Material Studies for Hydrogen and Nuclear Power Engineering  
Energy Power Systems with Renewable Energy Resources

Power Saving and Energy Efficiency  
One year study on the basis of bachelor's programme within the following specialties :

1. Electrical Supply
2. Electrical Power Systems and Networks
3. High Voltage Electrical Power and Electrical Engineering

Specialists' retraining within the following programmes:

Hydrogen power engineering Technologies, Hydrogen Power Saving and Renewable Energy Resources:

- the number of training hours is 850.  
Education process is based on higher education.

Professional development of engineering staff working in power and electrical engineering enterprises :

- the number of training hours is 72-108 which is carried out within the following fields:

1. Fuel Cells and Related Technologies
2. Electrical Supply of Industrial Enterprises. Energy Saving. Energy Resources Recording. Maintenance, Adjustment and Testing of Electrical Equipment;
3. Electrical Supply Systems, Transforming Station, Current Networks;
4. Energy Saving. Electrical Supply of Industrial Enterprises;
5. Electrical Power Systems and Networks;
6. Plasma technologies.

Results obtained at the end of innovation educational programme:

**Educational**  
Innovation educational system ensures training and retraining of specialists

**Research**  
Regional centre has been established meeting world's requirements in the field of scientific research

**Labour market**  
Market segment of educational services that satisfies the need of scientific and industrial fields for specialists in the field of hydrogen power engineering, renewable energy resources and energy saving.



Как известно, Россия обладает крупными запасами топливно-энергетических ресурсов. Однако их практическое использование сопряжено с трудностями и опасностями, что приводит к значительным (до 50 %) потерям энергоносителей, к угрозам экологических катастроф в местах добычи и производства топливно-энергетических ресурсов, к невозможности эффективного энергообеспечения ряда регионов страны. Более 70 % территории России с населением 22–25 млн человек не имеют надёжного централизованного энергообеспечения.

Одним из эффективных путей решения указанных проблем является возобновляемая энергетика, использующая энергию Солнца, ветра, потоков воды, тепла Земли, биомассы.

Магистратура по указанному направлению предусматривает совместную подготовку магистров кафедрой электроснабжения промышленных предприятий ЭЛТИ ТПУ и соответствующей кафедрой зарубежного вуза. Нашим партнёром является университет г. Кассель (Германия), один из лидеров в области использования возобновляемых энергоресурсов для производства электроэнергии.

Подготовка магистров основывается на бакалаврской программе по направлению "Электроэнергетика". В магистерской программе студенты изучают такие курсы, как "Методы и средства моделирования систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии", "Системы генерирования электроэнергии, использующие природные возобновляемые энергоресурсы" и другие, согласованные с соответствующей программой университета г. Касселя.

В рамках инновационного образовательного проекта предусмотрено создание и совершенствование научно-методического обеспечения дисциплин магистерской программы, создание современной лабораторной базы совместно с ведущими российскими и зарубежными фирмами, производителями энергетического оборудования для возобновляемой энергетики.

В результате четырёхсеместрового обучения в университетах Томска и Касселя студенты получают два диплома магистров электроэнергетики и широкие возможности для приложения своих знаний в России и за рубежом.

Реализация данных задач планируется на базе Центра опережающей подготовки специалистов и команд профессионалов мирового уровня в сфере технологий водородной энергетики, возобновляемых источников энергии и энергосбережения.

Создание центра преследует цели:

проведение систематических научных исследований и опережающая подготовка специалистов мирового уровня для ведущих предприятий "Роскосмоса", РАО "ЕЭС России", "Электронной и оптической промышленности", "Росатома" в области водородной энергетики и плазменных технологий, возобновляемых источников энергии и энергосбережения с привлечением для работы в центре крупных учёных и ведущих сотрудников наиболее продвинутых организаций;

выпускаемые специалисты должны сочетать фундаментальную подготовку со специальными знаниями по решению востребованных задач:

- формулировать задачи и программы научно-исследовательских работ, эффективно координировать фундаментальные и прикладные исследования и инновационные прорывы на их базе, создавать организационно-экономические условия в России для перехода к инновационному типу развития экономики;
- обеспечение научной и технологической базы производства водорода и усиление развития энергетических систем на базе водорода и сопутствующих технологий мирового класса;
- разработка генераторов водорода на основе микроканальной техники и плазменных технологий, электролиза и технологии нанесения покрытий для основных типов топливных элементов (ТЭ);
- разработка и внедрение энергосберегающих систем;
- владеть современными компьютерными технологиями проектирования систем водородной энергетики и плазменного производства на основе кодовых программ, начиная с регионального уровня;
- проводить анализ и расчёт построения современных систем энергообеспечения, включая использование водорода в качестве энергоносителя;
- обладать глубокими знаниями принципов работы промышленных ТЭ и солнечно-, термо-, ядерно-, ветро-водородных систем, проводить передовые исследования ТЭ и водородных технологий;

- в совершенстве владеть иностранным языком;
- обладать личностными компетенциями, необходимыми и достаточными для лидера, успешно работать в команде, в том числе в интернациональном коллективе, действовать и побеждать в условиях конкурентной среды, планировать свою профессиональную карьеру, постоянно учиться и совершенствовать свой профессионализм;
- быть специалистом в области водородной экономики.

### **Результаты, получаемые по окончании реализации Инновационной образовательной программы:**

#### **Образовательная деятельность**

Инновационная образовательная система, обеспечивающая подготовку, переподготовку высококлассных специалистов в области технологий водородной энергетики и плазменных технологий, энергосбережения и возобновляемых источников энергии для наукоемкой экономики.

#### **Научная деятельность**

Должен быть сформирован региональный центр, обеспечивающий мировой уровень исследований в области фундаментальных основ и технологий водородной энергетики, плазменных технологий, энергосбережения и возобновляемых источников энергии.

#### **Рынок труда**

Будет создан сегмент рынка образовательных услуг, удовлетворяющий потребность научной и производственной сфер в специалистах базовых технологий водородной энергетики, физики плазмы и плазменных технологий, энергосбережения и систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии.

