

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ



А.Ю. ДМИТРИЕВ,
*к. т. н., доцент,
директор Института
природных ресурсов*



В рамках развития программы университета, ориентированной на кадровое обеспечение и разработку ресурсоэффективных технологий, по направлению «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов» в Институте природных ресурсов создан кластер «Ресурсы планеты». Ключевой задачей кластера с учетом глобальных проблем общества и окружающей среды является международная интеграция для решения задач рационального использования природных ресурсов планеты. Принцип построения кластера основан на междисциплинарном взаимодействии научно-образовательного комплекса, опирающегося на лучшие мировые практики научных исследований. Научно-образовательные направления развиваются в тесной коллаборации с международным научным сообществом, предприятиями малого, среднего бизнеса, крупными госкорпорациями.

В рамках кластера «Ресурсы планеты» разработаны и реализуются 18 дисциплин для бакалавров, магистров и специалистов очной формы обучения и 5 дисциплин для студентов заочной формы обучения, сфокусированных на повышении ресурсоэффективности национальной экономики.

В рамках кластера реализуются четыре Double Degree программы с ведущими международными университетами:

1. Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа, Heriot-Watt (г. Эдинбург, Великобритания) Программа

RATIONAL NATURE MANAGEMENT AND ADVANCED NATURAL RESOURCE PROCESSING

ANDREY DMITRIEV

PhD in Technical Sciences, Director of TPU Institute of Natural Resources

Within the University program focused on staff training and design of resource efficient techniques, the cluster “Resources of the Planet” has been established within the study area “Rational Nature Resource Use and Advanced Nature Resource Processing” in Institute of Natural Resources (IRN), Tomsk Polytechnic University (TPU). In accordance with global social and environmental problems, the key objective of the “Resources of the Planet” cluster is international collaboration in problem solving concerning rational nature management. The structural principle of the cluster is based on the interdisciplinary interaction of research and academic divisions involving the most efficient international research experience. Research-academic programs are developed in close collaboration with international scientific community, small and medium-sized enterprises, and large state corporations.

In the frame of the “Resources of the Planet” cluster, 18 academic programs have been developed and implemented for bachelor, master, and specialist of full time tuition and 5 academic programs for students of part-time tuition specialized in improvement of resource efficiency in the national economy.

As a part of the cluster four Double Degree curricula are performed with the leading foreign universities:

1. Geological-geophysical aspects in oil and gas field development, Heriot-Watt (Edinburg, Great Britain). The Program is distinguished by its multidisciplinary structure and focus on training practically-oriented petroleum engineers capable of applying the whole set of field data for creating 3D digital and hydrodynamic models to define the accuracy of calculated hydrocarbon reserves (including economical risks).
2. Oil and gas field development and exploration, Heriot-Watt (Edinburg, Great Britain). The graduates are specialists in the sphere of oil and gas field design and management possessing integrated knowledge in geology, geophysics, field development and modeling, drilling, petroleum engineering, economy.
3. Environmental problems, Paris-Sud 11 (Paris, France). It is the only Program in ecology in Russia and abroad.
4. “Pipeline Engineering”, Newcastle University (Great Britain). Newcastle University is one of the

leading universities in Great Britain. Along with Cambridge, Oxford, and London Finance School, Newcastle University is included in Russell Group – 24 top universities of the United Kingdom. The world-wide recognition of Newcastle University is due to its research activity in various scientific areas, the university being the leading one in the sphere of oil and gas pipeline engineering. Besides, in cooperation with Newcastle University a unique Master program “Shelf oil and gas field development” is being designed.

In the cluster framework, a new academic program “Applied geology” has been introduced (speciality “Oil and gas geology”). It has been accredited by International Council of Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET, USA) and Accreditation Council of Association of Engineering Education in Russia (AEER).



отличается мультидисциплинарностью и нацеленностью на подготовку практических инженеров-нефтяников, умеющих интегрировать весь комплекс доступных данных по месторождению при создании трехмерной цифровой геологической, а затем и гидродинамической моделей, определяющих точность подсчитанных запасов углеводородов (а с ними и экономические риски).

2. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, Heriot-Watt (г. Эдинбург, Великобритания). Выпускники являются специалистами в области проектирования и управления разработкой нефтяных и газовых месторождений, обладающими интегрированными знаниями по геологии, геофизике, разработке и моделированию месторождений, бурению, технике и технологии добычи нефти, экономике.
3. Экологические проблемы окружающей среды, Paris-Sud 11 (г. Париж, Франция). Единственная в России и за рубежом программа по экологическому направлению.
4. «Pipeline Engineering», Newcastle University (Великобритания). Университет Ньюкасла – одно из ведущих высших учебных заведений Великобритании. Наряду с Кембриджем, Оксфордом и Лондонской школой экономики Newcastle University входит в Russell Group – топ-24 лучших университетов Соединенного Королевства. Всемирное признание Newcastle University получил благодаря исследовательской деятельности в самых разных областях науки, это ведущий университет в области трубопроводного транспорта нефти и газа. Также совместно с Newcastle University разрабатывается уникальная магистерская образовательная программа «Разработка месторождений нефти и газа на шельфе».

ПО ОСНОВНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ КЛАСТЕРА «РЕСУРСЫ ПЛАНЕТЫ» ЕЖЕГОДНО ОБУЧАЮТСЯ БОЛЕЕ 100 ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ.

В рамках кластера реализуется новая образовательная программа «Прикладная геология» (специализация «Геология нефти и газа»), положительно аккредитованная в Международном совете по аккредитации в области техники и технологий (АВЕТ, США) и в Аккредитационном совете АИОР.

По основным образовательным программам кластера «Ресурсы планеты» ежегодно обучаются более 100 иностранных студентов (бакалавров и магистрантов) из Китая, Вьетнама, Франции, Монголии, Индии, Индонезии и других стран.

Наиболее востребованные на рынке труда выпускники следующих образовательных программ магистратуры:

1. Системы газоснабжения и газораспределения (кафедра ТХНГ).
2. Нефтегазопромысловая геология (кафедра ГРПИ).
3. Геология месторождений стратегических металлов (кафедра ГЭГХ).
4. Управление земельными ресурсами (кафедра ОГЗ).
5. Нефтегазовое дело (кафедра ПОНК).

Институт природных ресурсов ТПУ в рамках кластера «Ресурсы планеты» развивает ряд научных направлений.



Every year more than 100 foreign students from China, Vietnam, France, Mongolia, India, Indonesia and other countries are taught in basic curricula of “Resources of the Planet” cluster (bachelor and master students).

The graduates of the following Master academic programs are in most demand in the labour market:

1. Gas supply and distribution systems (Department of Oil and Gas Storage and Transportation)
2. Petroleum field geology (Department of Geology and Mineral Prospecting)



3. Strategic metal deposit geology (Geoecology and Geochemistry Department)
4. Land management (Department of Geology and Land Management)
5. Petroleum engineering (Department of Oil and Gas Complex Engineering Design).

Natural Resource Institute (TPU) is developing a number of study projects as a part of “Resources of the Planet” cluster.

RESOURCE EFFICIENT WATER USE

At present there is no relevant increment of reserves while growing mineral resource consumption, hydrocarbon, in particular. Hence, the topical issues are raised in increasing the efficiency of resources used, as well as development of unconventional reservoirs. The

world average value of oil recovery factor (ORF) does not exceed 34% [1], the development of stimulation techniques being rather vital task at the given stage as well. Design of development techniques for such reservoirs and formations can be based on theoretical and practical results of research in low-porous reservoirs obtained in TPU laboratories.

The proposed techniques have been tested in low-porous reservoirs located within the Bazhenov formation which is extensive through the territory of Western Siberia. The Bazhenov formation is unique in many aspects. Being a local cap rock, it is, at the same

time, widely known source of hydrocarbons. In addition it has been stated only in recent times that in certain conditions it can serve as an oil and gas reservoir. However, to reveal those sites where the conditions are met is not an easy task. To address this task, the project “Complex investigation of unconventional oil and gas reservoirs” has been launched in Petroleum Learning Center (NRD) for solving this problem.

As a result of the current project, the IRN researchers succeeded in development and testing of the technique for porosity and permeability analysis in ultralow-permeable disintegrated rocks. A unique equipment to define porosity of such rocks was developed by means of stationary gas filtration technique; recommendations on laboratory operations in oil basin modeling were designed and tested. It made possible for the research team to map the oil-potential sites of the Bazhenov formation in Tomsk Oblast. All this amount of work was performed just within 2014 (Fig. 1).

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

На текущий момент в мире сложилась ситуация, когда при росте потребления минеральных ресурсов, в первую очередь углеводородных, не наблюдается адекватного прироста запасов. Таким образом, остро встают вопросы увеличения эффективности используемых ресурсов, освоения нетрадиционных источников сырья. В среднем по миру коэффициент извлечения нефти (КИН) не превышает 34 %. Таким образом, повышение КИН является на данном этапе актуальной задачей. Кроме того, мировым сообществом поднята проблема освоения нетрадиционных источников минерального сырья, в том числе сланцевого газа. При этом ТПУ, имея наработки в области низкопроницаемых коллекторов, может развить их и в область технологий освоения источников сланцевого газа.

Объектом для оттачивания технологий добычи из низкопроницаемых коллекторов послужила широко распространенная на территории всей Западной Сибири баженовская свита. Этот объект во многом уникален. Являясь региональным флюидоупором, в то же самое время она является и общепризнанным источником углеводородов. При этом только недавно выяснилось, что при определенных условиях она может послужить и коллектором для нефти и газа. Однако выявление тех участков, где соблюдаются эти условия, – задача нетривиальная.

На базе Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела ИПР был запущен проект «Комплексное исследование нетрадицион-

ных коллекторов нефти и газа», призванный решить эту задачу. В результате выполнения проекта ученым, работающим над ним, удалось создать и апробировать методику определения пористости ультранизкопроницаемых дезинтегрированных пород, создать и апробировать методику определения характера насыщения порового пространства ультранизкопроницаемых пород, построить установку для определения проницаемости образцов ультранизкопроницаемых пород методом стационарной фильтрации газа, разработать и апробировать методические рекомендации по лабораторно-аналитическому обеспечению работ бассейнового моделирования нефтяных систем. Все это позволило научному коллективу подготовить карту прогноза нефтеперспективных участков развития баженовской свиты для Томской области. И весь этот немалый объем работы был выполнен всего за один год.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ АКТУАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМОЙ МИРА СТАНОВИТСЯ РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА.

Но на достигнутом никто не собирается останавливаться. В планах на 2015 год мы ставим уже более глобальные задачи. Мы хотим распространить опыт, полученный на баженовской свите, на другие регионы нашей страны и мира. Чтобы добиться поставленной цели, нам кажется, что необходимо прежде всего выработать рекомендации по комплексному исследованию нетрадиционных коллекторов, таких как баженовская свита. Следует апробировать методику выбора методов и средств создания геологических и гидродина-

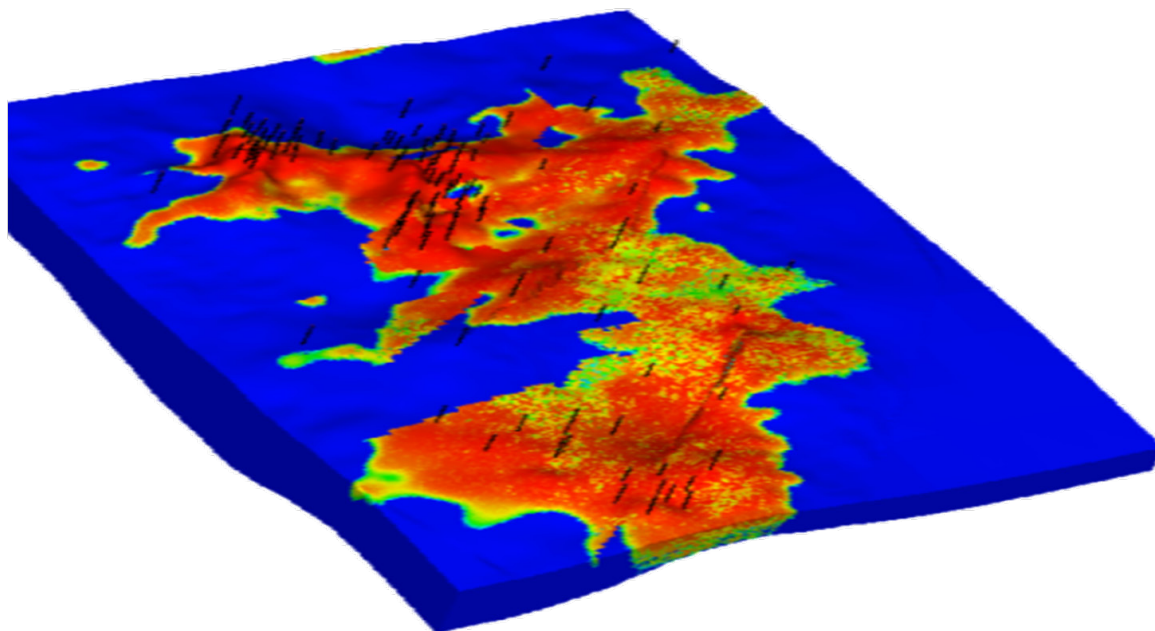


Рис. 1. Пример цифровой модели нефтеперспективных участков



muds. The company is experienced in designing and implementing new mud formulation. Moreover, the manufacturing complex of the company is being built, which will help to implement scientific results in petroleum engineering.

The work is supposed to be complicated enough but the results will allow increasing the efficiency of oil recovery, for low-permeable reservoirs, in particular. It will make it possible to develop the resources which used to be unavailable.

INTEGRATED STUDY OF THE ARCTIC REGION

Another key research area is the integrated study of the Arctic region. As early as 2008, the main objectives of the study were outlined [2]. The project "Siberian arctic shelf as a source of greenhouse gases of planetary significance: quantitative assessment of flows and identification of potential environmental and climate impacts" grew out of these objectives including such a well-known issue as global warming. Under the supervision of the leading US scientist Prof. Igor Semiletov (University of Alaska), the project has won a grant of the Government of the Russian Federation. The basic project scientific objectives and outcomes are as follows: to provide deeper insights into the basic working of the Arctic climatic system characterized by complex interaction of physical, geological, biological and chemical factors through the analysis of underwater permafrost degradation due to the warming climate in relation to methane (and carbon dioxide) dynamics in the Siberian Arctic shelf; to develop underwater permafrost dynamic model of the Siberian Arctic shelf, with emphasis being laid on the inner parts of the shelf.

INR researchers are not satisfied with what has already been achieved. The goals that have been set for 2015 are of more global character. There are ideas to disseminate the data on Bazhenov formation and apply the proposed exploration methods to similar hydrocarbon deposits in Russia or other countries. To achieve the goal, it is required to elaborate the recommendations on complex study of unconventional reservoirs such as the Bazhenov formation. It is necessary to test the algorithm of choosing methods and means to create geological and hydrodynamic models of super-low permeability formations, as well as to develop and test drilling mud formulation for primary recovery. To solve the problem, a small innovative company "TPU-Drilling" was involved. The company was established on the basis of TPU and has a well-equipped laboratory for examining drilling



мических моделей ультранизкопроницаемых пород, создать и опробовать опытные рецептуры буровых растворов первичного вскрытия таких пород. Для решения поставленных задач привлечено малое инновационное предприятие ООО НИИ ТЭК «ТПУ-Бурение», созданное на базе ТПУ и оснащенное новейшей лабораторией для исследования буровых растворов. Оно имеет значительный опыт в области создания и опробования новых рецептур. Помимо этого, ведется строительство производственного комплекса данного малого предприятия, что позволит в будущем промышленно внедрять полученные наработки. Работа предстоит нелегкая, но полученные результаты позволят повысить эффективность извлечения нефти из низкопроницаемых коллекторов и нефтеотдачу пластов, что даст возможность вовлечь в разработку те ресурсы, которые до настоящего времени оставались для нас недостижимы.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИКИ

Другим важным направлением является исследование Арктики. Задачи этих исследований были определены еще в 2008 году. Основываясь на этих задачах, ИПР запустил проект «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий», который затрагивает и давно известную проблему глобального потепления. Проект реализуется под руководством ведущего ученого США профессора Университета Аляски И.П. Семилетова при поддержке мегагранта Правительства РФ по Постановлению Правительства № 220. Задачи, которые были поставлены в проекте, – это повышение уровня понимания функционирования Арктической климатической

ПРОЕКТ РЕАЛИЗУЕТСЯ ПОД РУКОВОДСТВОМ ВЕДУЩЕГО УЧЕНОГО США ПРОФЕССОРА УНИ- ВЕРСИТЕТА АЛЯСКИ И.П. СЕМИЛЕТОВА ПРИ ПОДДЕРЖКЕ МЕГАГРАНТА ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ № 220.

системы (которая характеризуется сложным взаимодействием физических, геологических, биологических и химических факторов) путем исследования вклада деградации подводной мерзлоты, происходящей под воздействием современного потепления, в динамику потоков метана (и углекислого газа) на Сибирском Арктическом шельфе, а также разработка модели динамики подводной вечной мерзлоты Сибирского Арктического шельфа с акцентом на его внутренние части.

В рамках проекта в 2014 г. проведена шестая международная ледово-морская экспедиция SWERUS-3 в юго-восточной части моря Лаптевых, цель которой – изучение механизма выброса метана в водную толщу – атмосферу за счет особенностей деградации подводной мерзлоты. Экспедиция проведена с участием членов научного коллектива международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей, которая была создана в ИПР, – ученых ТОИ ДВО РАН, МГУ, ИО РАН, студентов ТПУ.

В ходе экспедиции проведено колонковое бурение скважин в губе Буор Хая (море Лаптевых) с отбором проб и предварительных электромагнитных исследований грунтов. Проведены высокопрецизионные измерения более 100 проб газа, экстрагированного из толщи донных отложений морей Восточной Арктики, на базе Университета Утрехт (Нидерланды) и Политехнического института в Женеве (Швейцария).



Рис. 2. CTD-зондирование с отбором проб воды (международная экспедиция SWERUS-3: июль–октябрь 2014 г.)



Игорь Семилетов

The 6th international expedition SWERUS-3 surveying the seabed of the Laptev Sea to outline the principles of methane release into the surrounding water and atmosphere from underwater permafrost degradation was initiated in 2014 within the above-mentioned project. The expedition involved the scientists of Arctic Sea's Carbon Research International Laboratory which had been established at INR (TPU), faculty of V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Moscow State University, Shirshov Institute of Oceanology RAS and students of TPU.

In the course of the expedition, core sampling and preliminary electromagnetic survey of soils were conducted in Buor-Khaya Gulf, the Laptev Sea (Fig. 2). More than 100 gas samples were extracted from sea floor formation sediments of the Eastern Arctic seas and analyzed with high accuracy at Utrecht University (Netherlands) and Polytechnic Institute (Geneva, Switzerland).

Pyrolytic analysis of frozen samples was carried out at INR, TPU. Carbon content indicated the significant impact of the topmost surface vegetation. Besides, unsaturated hydrocarbons, spirits and acids, typical for recent sediments, were explored. Hydrocarbons of petroleum series were also identified in the samples, which were formed as a result of kerogen breakdown at significant depths. The obtained results could be the foundation for further effective exploration of the Arctic mineral and hydrocarbon resources.

SPACEGEOLOGY

The 21st century poses significant task to the whole humanity and the Russian Federation, in particular - to provide a rapid growth of basic natural reserves that can be economically extracted. High economic and scientific growth rate stipulates the development of up-to-date exploration technologies.

Satellite imagery of the Earth (Fig.3) has become the way to address these challenges. Remote sensing research enabling the detection and interpretation of regional geological features to forecast and explore mineral deposits is one of the most effective mineral prospecting and exploration technologies. It is explained by the fact that satellite images allow geologists to perform effectively the following: to reveal the regularities of mineral distribution and ore deposit occurrence in the areas of interface between variously-oriented lineaments and ring structures having extensive depth; to allocate dome structure influencing mineral distribution; to study deep-bedded geological structures located under thick allochthon basement and define ore control elements of buried mineral deposits.

Space Geology and Remote Sensing Research Centre «Kosmogeology» is focused on developing the technologies to integrate and interpret satellite, multispectral and radar imagery data in order to reveal geological features of both ore deposits and hydrocarbon fields, as well as to provide more effective mineral prospecting and exploration (Fig 4).

In 2014, the studies concerning the detection of deep buried geological structure by means of satellite images, as well as informativity of image spectra and image multiplication were carried out. The application of modern space imagery materials to study geological features of ore and hydrocarbon deposits of Tomsk Oblast (at a small and medium scales 1:500000 – 1:50000) was characterized. The technology to integrate and analyze space imagery materials in respect to ore and hydrocarbon deposits in Western and Eastern Siberia.



На базе ИПР ТПУ проведены пиролитические исследования замороженных образцов керна. Состав углерода однозначно указывает на вклад высшей наземной растительности. Также обнаружены непредельные углеводороды, спирты и кислоты, которые типичны для современных осадков. Кроме них во всех образцах обнаружены углеводороды нефтяного ряда, образовавшиеся в результате деструкции керогена на больших глубинах. Полученные результаты являются основой для эффективного освоения недр Арктики, разведки и добычи нефти и газа из ее глубин в будущем.

КОСМОГЕОЛОГИЯ

В новом столетии перед человечеством в целом и перед Российской Федерацией в частности в области освоения недр встала серьезная проблема – обеспечить быстрый, но при этом экономически эффективный прирост запасов основных природных ресурсов. Рост потребностей экономики и темпов научно-технического прогресса требует скорейшего поиска новейших технологий разведки недр.

Ответом на эти вызовы стали исследования спутниковых снимков нашей планеты. Космогеологические дистанционные исследования геологического строения недр с целью прогнозирования и поиска месторождений полезных ископаемых, дешифрирования геологических структур являются одним из самых ресурсоэффективных способов поиска и разведки полезных ископаемых на территории планеты. Они позволяют выявлять закономерности размещения рудных районов и месторождений в участках сопряжения разноориентированных линейных элементов с кольцевыми структурами, имеющими глубинную природу; об-

наруживать очаговые структуры, оказывающие закономерное влияние на размещение полезных ископаемых; изучать геологическое строение глубоко залегающих структур под мощным чехлом аллахтонных отложений и выявлять элементы рудоконтроля погребенных месторождений.

На базе центра «Космогеология» ИПР ТПУ ведется разработка технологий комплексирования и анализа материалов мультиспектральных и радарных космических съемок для целей геологического изучения рудных и нефтегазовых районов, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

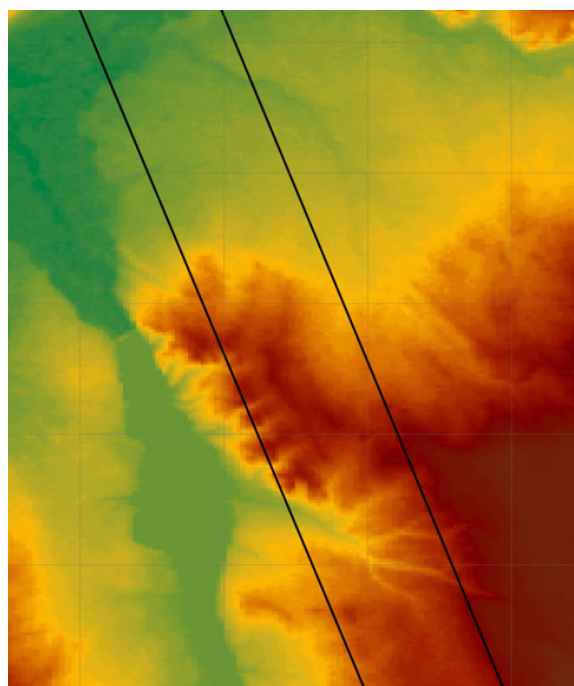


Рис. 4. Пример обработки спутникового снимка земной поверхности

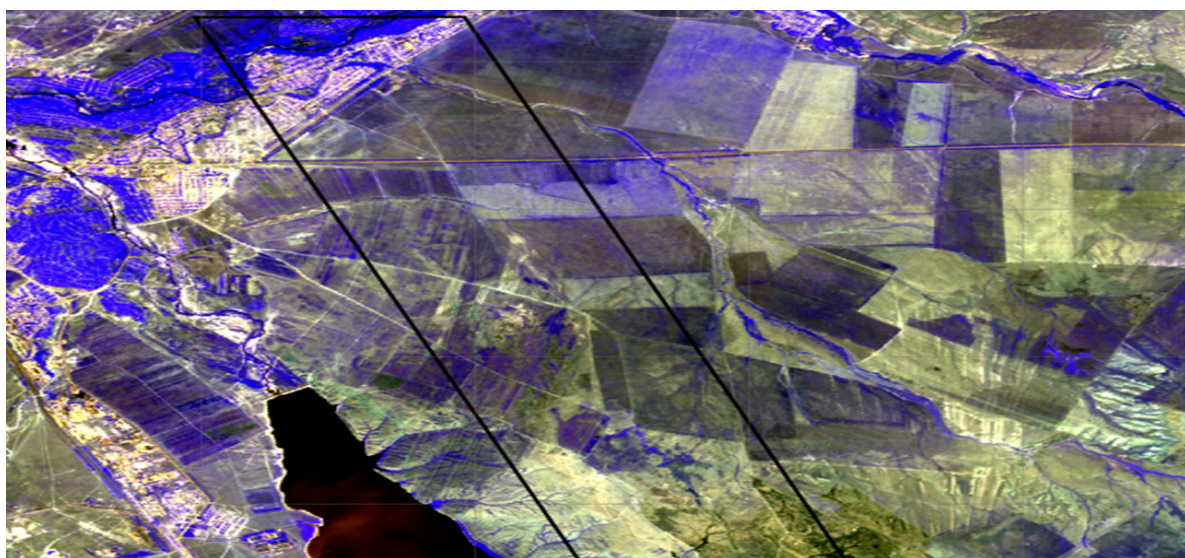


Рис. 3. Пример спутникового снимка земной поверхности

PURE WATER

In the 20th century the world's population tripled, water consumption increased 7 times while domestic water consumption increased 13 times. Such dramatic growth led to water scarcity in a big number of countries all over the world. United Nations report warns that nowadays one third of the world's population suffers from pure water deficiency and less than in 20 years that will be two thirds of the population [3]. The problems caused by low water quality are not less important than water availability, though being paid less attention to. Bacterial and virus contamination of both centralized and non-centralized water supply systems brings risks of diseases, which is especially related to densely populated areas and areas with developed industry and agriculture. Our country, though being rich in water resources, undergoes changes caused by the ever-present human factor.

Some institutes of TPU study these issues and do both fundamental and applied research.

The aim of the investigation conducted in IRN is to discover the basic interaction mechanism in the water-rock system and to find out the laws of its internal evolution. The research allows solving a wide scope of problems: to discover and conserve fresh water sources as well as to reveal regularities of natural resources occurrences [4].

New membrane-based technologies of water deionization (water desalinization and demineralization) have been developed at the Institute of High Technology Physics, TPU (Fig. 5). Fundamental research on water deionization under combined impact of electrical and magnetic fields (based on magnetohydrodynamic effect) has been done.

Beam-plasma and radiation technologies have been developed at the Institute of High Technology Physics



and the Institute of Physics and Technology, TPU, to decontaminate natural and waste waters and prevent inflectional and parasitic diseases.

“Institute of water”, TPU, is developing electric impulse technologies of water treatment for drinking water supply. Based on the theory of natural and natural-technical system co-evolution and modern methods of complex water management, mathematic modeling of hydro geological and hydrological processes, principles of complex model development for rational water resource use have been elaborated. The principles take into account the interests and needs of different consumers. The prospects of technological development in this field are further improvement of electro impulse, membrane, radiation, beam-plasma and sorption technologies.



В 2014 г. проведены исследования проявленности глубинных структур в материалах космоснимков и выполнено исследование информативности диапазонов и их мультипликаций. Даны обзор и характеристика использования материалов современных космоснимков при изучении структур рудных и нефтегазовых районов Томской области в мелком и среднем масштабе (1:500000 – 1:50000). Создана технология комплексирования и анализа материалов космических съемок применительно к рудным и нефтегазовым районам природных условий Западной и Восточной Сибири.

ЧИСТАЯ ВОДА

В XX в. население земного шара выросло в три раза. За это же период потребление пресной воды увеличилось в семь раз, в том числе на коммунально-питьевые нужды – в 13 раз. При таком росте потребления стало резко не хватать водных ресурсов в целом ряде регионов мира. По данным ООН, около трети населения мира проживает в странах, страдающих от дефицита чистой воды, а менее чем через 20 лет в странах с дефицитом воды будет жить две трети человечества. Проблемы качества воды не менее серьезны, чем проблемы ее доступности, но им уделяется сравнительно мало внимания. Микробное и вирусное загрязнение питьевой воды как централизованного, так и нецентрализованного водоснабжения создает риск возникновения заболеваний населения. Особенно это касается густонаселенных районов и территорий крупных промышленных предприятий и сельскохозяйственных комплексов. Вездесущий антропогенный фактор меняет порядок вещей и в нашей богатой водными ресурсами стране.

НА БАЗЕ ИФВТ ТПУ РАЗРАБОТАНЫ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕИОНИЗАЦИИ ВОДЫ (ОБЕССОЛИВАНИЕ, ОПРЕСНЕНИЕ) НА ОСНОВЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

По этому направлению в рамках кластера работают сразу несколько институтов Томского политехнического университета, которые осуществляют исследования фундаментального и прикладного характера.

Так, в ИПР осуществляется исследование, призванное установить фундаментальные механизмы взаимодействия в системе вода – горная порода и выявить закономерности ее внутренней эволюции. Данное исследование позволяет решить широкий круг вопросов: от поиска и сохранения



Рис. 5. Адсорбционная установка для очистки воды

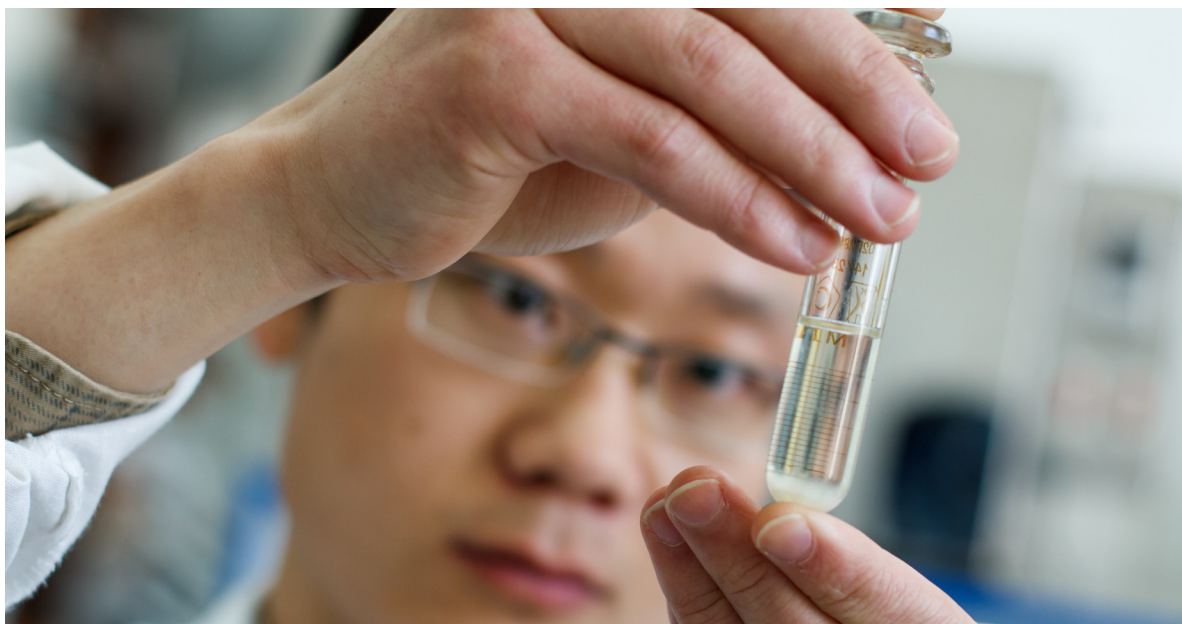
источников пресной питьевой воды до установления закономерностей формирования различных месторождений полезных ископаемых [4].

На базе ИФВТ ТПУ разработаны новые технологии деионизации воды (обессоливание, опреснение) на основе мембранных технологий. Проведены фундаментальные исследования по деионизации воды при комбинированном воздействии электрических и магнитных полей (на основе магнитогидродинамического эффекта).

На базе ФТИ и ИФВТ разработаны пучково-плазменные и радиационные технологии обеззараживания природных и сточных вод, предотвращающие возникновение инфекционных, паразитарных заболеваний, заражение гельминтами.

Институт воды ТПУ развивает электроимпульсные технологии водоподготовки для питьевого водоснабжения. Разработаны принципы создания комплексных моделей (систем) рационального использования водных ресурсов в интересах потребителей всех уровней на основе развития теории коэволюции природных и природно-технических систем и широкого использования современных методов моделирования систем комплексного водопользования, математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов. Главные направления технологического развития в этой области будут происходить на основе совершенствования электроимпульсных, мембранных, радиационных, пучково-плазменных и сорбционных технологий.

НА БАЗЕ ФТИ И ИФВТ РАЗРАБОТАНЫ ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫЕ И РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ, ПАЗИТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ЗАРАЖЕНИЕ ГЕЛЬМИНТАМИ.



GREEN CHEMISTRY

Green chemistry has become a cutting-edge research that drives scientific and economic development of the world. This is the way to sustainable development of the society, environmental-friendly technologies and eradication of poverty. The main goal of green chemistry is to find the ways to make human activities (industry, energy resources uses and domestic routine) more chemically safe and environmental-friendly. All branches of chemistry are supposed to be “green” in future. TPU considers it one of the main research areas, since it makes it possible not only to make advanced scientific investigation in the area, but also to raise environmental awareness of young specialists.

A project “Development of catalytically and biologically active materials based on nanoparticles of metals” is being implemented at INR, TPU.

High-efficient catalysts with nanoparticles of gold, silver and other precious metals have been developed in the frame of the project. Nano-gold and nano-silver systems show high catalytic activity in exhaust gas decontamination and biomass treatment.

Biomass treatment methods are one of the most important innovative research areas in the developed countries. Some researchers offer gold catalysts for the mentioned processes of liquid-phase oxidation. However, the application of such gold catalysts can hardly contribute to solving a number of ecological problems.

New methods which are being currently developed concern gold nanocatalysts synthesis that allows

developing high efficient catalytic systems for environmental-friendly gas-phase and liquid-phase oxidation.

Pretest shows that the synthesized products will have better medical and economical parameters of analogues made both in our country and abroad.

One of the green chemistry’s research areas is food safety control. INR is implementing a project that involves developing testing systems and cholesterol biosensors (Fig. 6) to control food quality (oils, fats, margarine). A new biosensor and a method for cholesterol detection in food have been developed in the frame of the project. They are characterized by high sensitivity, portability and can be easily used by a customer, which makes them outstanding among the world’s analogues.

In the frame of “Green chemistry” research area, the scientists at INR have developed a technology to produce biodegradable polymers and copolymers with high molecular weight and crystallinity based on polylactic acid, which are used for products of regenerative medicine.

Polylactic acid and its copolymers which are not produced in Russia are widely used for production of biodegradable materials including medical products. One of the modern challenges for medical industry is to create biocompatible and bioresorbable polymers for regenerative surgery, orthopedics and traumatology to be gradually replaced by bone and other living tissues in a body as well as to control drug delivery.

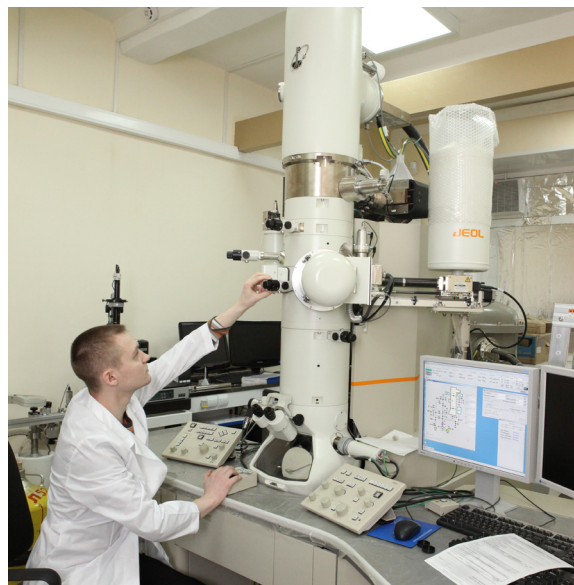
ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ

Зеленая химия является приоритетным направлением развития науки и экономики всего мира. Это путь к устойчивому развитию общества, экологической безопасности и искоренению бедности. Основная цель зеленой химии – поиск безопасных с точки зрения химии и экологии способов деятельности общества во всех аспектах, от процессов производства и способов использования энергоресурсов до способов выполнения ежедневной домашней работы. Предполагается, что в будущем вся химия станет зеленой. Для ТПУ это направление является одним из важных, т. к. позволяет не только заниматься передовыми научными исследованиями в данной области, но и привить культуру экологически чистой и безопасной химии будущим специалистам.

На базе ИПР ТПУ реализуется проект «Разработка каталитически и биологически активных материалов на основе наночастиц металлов».

В рамках данного проекта разработаны высокоэффективные катализаторы, содержащие наночастицы золота, серебра и других благородных металлов. Нанозолотые и наносеребряные системы проявляют высокую каталитическую активность в процессах обезвреживания токсичных газовых выбросов и переработки биомассы.

В развитых промышленных странах процессы переработки биомассы являются одним из важнейших инновационных направлений. Рядом исследователей для указанных процессов жидкофазного окисления предложены золотые ката-



ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ – ПОИСК БЕЗОПАСНЫХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ХИМИИ И ЭКОЛОГИИ СПОСОБОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВА ВО ВСЕХ АСПЕКТАХ, ОТ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА И СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДО СПОСОБОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЕЖЕДНЕВНОЙ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ.

лизаторы. Однако золотые катализаторы имеют и ряд проблем, которые пока не решены.

Разрабатываемые новые методы синтеза нанозолотых катализаторов позволяют получить высокоэффективные каталитические системы для экологически важных процессов газофазного и жидкофазного окисления.



В рамках данного проекта разработаны высокоэффективные препараты, содержащие наночастицы металлов (серебра, золота) в различных средах (твердый носитель, водный раствор, гель, крем). Серебросодержащие препараты обладают высокой бактерицидной, противовирусной и противогрибковой активностью, тогда как нанозолотые системы проявляют высокую каталитическую активность в процессах обезвреживания токсичных газовых выбросов и переработки биомассы. Предварительный анализ показывает, что синтезируемые препараты превосходят по основным медицинским и экономическим характеристикам отечественные и зарубежные аналоги.

Одним из направлений зеленой химии является контроль за безопасностью пищевых продуктов. На базе ИПР реализуется проект по разработке и созданию тест-системы и биосенсора на холестерин для контроля качества пищевых продуктов (масла, жиры, маргарины). В рамках проекта разработаны новый биосенсор и методика определения холестерина в пищевых продуктах, отличающиеся высокой чувствительностью, экспрессностью, мобильностью, возможностью применения индивидуально, без лабораторных условий, что превосходит мировые аналоги.



Рис. 6. Биосенсор на холестерин

В рамках направления «Зеленая химия» на базе ИПР реализуется также проект по разработке технологий создания биоразлагаемых полимеров.

Полимолекулярная кислота и ее сополимеры, которые не производятся в РФ, относятся к группе биоразлагаемых полимеров, широко используемых в производстве изделий медицинского назначения и биodeградируемых материалов. Одна из существующих проблем в современной медицине – это создание биосовместимых и биорезорбируемых



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО СИНТЕЗИРУЕМЫЕ ПРЕПАРАТЫ ПРЕВЫСЯТ ПО ОСНОВНЫМ МЕДИЦИНСКИМ И ЭКОНОМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ АНАЛОГИ.

полимеров, изделия из которых используются при различных регенеративных операциях в хирургии, ортопедии, травматологии и могут постепенно заменяться в организме костной или другой живой тканью. Также их применяют для контролируемой доставки лекарств.

На базе ИПР разработана технология создания биоразлагаемых полимеров и сополимеров с большой молекулярной массой и кристалличностью на основе полимолочной кислоты, которые используются для изготовления изделий для регенеративной медицины.

Все реализуемые направления кластера «Ресурсы планеты» совпадают с мировыми тенденциями развития науки и техники, в какой-то мере являются уникальными и активно способствуют повышению конкурентоспособности ТПУ как ведущего университета мира в области научных исследований и в подготовке специалистов.

