

Тульский государственный университет
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Тульское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
ТООО Научно-технический центр
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ДОКЛАДЫ
XXX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Тула
«Иновационные технологии»
2022

УДК 61
УДК 658.5
УДК 67

ББК 91.9

Приоритетные направления развития науки и технологий:
доклады XXX международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 234 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем *развития науки и технологий*.

Рецензенты:

Вольхин Сергей Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, ректор АНО ДПО «Академия профессионального развития»;

Рылеева Евгения Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».

Редакционная коллегия

Академик РАН В.П. Мешалкин; проф., д.т.н. В.М. Панарин; доц., д.т.н. А.А. Маслова; проф., д.т.н. Л.Э. Шейнкман, доц., к.т.н. А.Е. Коряков.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-6045071-8-6

© Авторы докладов, 2022

© Издательство «Инновационные технологии», 2022

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ПОИСКА И АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.Н. Полосин, Т.Б. Чистякова, Н.С. Русаль
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** Описана информационная система (ИС) для поиска и анализа инновационных технологических проектов (ИТП), выполняемых молодыми учеными технического университета (ТУ) по приоритетным направлениям научно-технологического развития России: новые материалы и приборы, химические и интеллектуальные производственные технологии, энергоресурсосбережение, биотехнологии и технологии здоровьесбережения, цифровые технологии. ИС позволяет решать задачу поиска ИТП для заданного интервала времени выполнения и характеристик ИТП и задачу анализа количества и суммарного объема финансирования ИТП для различных научно-технических направлений и научных руководителей ИТП, подразделений и организаций-партнеров ТУ. ИС включает реляционную базу данных (БД) характеристик ИТП, модули формирования поисковых запросов к БД, получения данных и документов (презентаций, договорных и охранных документов) ИТП, анализа ИТП с использованием продукционных правил, визуализации графиков распределений количества и объема финансирования ИТП по времени для различных критериев анализа. ИС реализована в виде веб-приложения. Тестирование ИС на примерах поиска и анализа ИТП по химическим технологиям переработки промышленных отходов и цифровым технологиям ресурсосберегающего управления производствами с переработкой отходов подтвердило ее работоспособность. ИС является эффективным компьютерным инструментом для получения информации о примерах практической реализации ИТП по приоритетным направлениям и объектах интеллектуальной собственности, созданных в результате этих ИТП.*

Основным условием инновационного развития российской экономики, способствующего повышению качества жизни людей, и устойчивого положения России на международном рынке продуктов и услуг является активное внедрение новых наукоемких высокотехнологичных решений, получаемых в результате прикладных исследований и разработок, в промышленность. Поэтому перед ТУ стоит важная задача перехода от традиционной формы проведения научных исследований и разработок к реализации их в виде ИТП по созданию и вводу в употребление инновационных продуктов (ИПр), в выполнении которых принимают участие молодые ученые ТУ (студенты, аспиранты, научные работники, преподаватели) и работники организаций-партнеров ТУ (промышленных предприятий), где планируется внедрение ИПр. Научное руководство ИТП осуществляют ведущие ученые ТУ, возглавляющие передовые научно-педагогические школы, имеющие большой опыт научных исследований и разработок, признанные научной общественностью в России и за рубежом. ИТП выполняются по направлениям, определенным в Стратегии научно-технологического развития России: новые материалы и химические технологии, новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика, биотехнологии,

персонализированная медицина и технологии здоровьесбережения, цифровые технологии, включая создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта [1-4]. Реализация в ТУ практико-ориентированного обучения, стимулирующего участие молодых ученых в выполнении ИТП, способствует наряду с созданием ИПр формированию кадрового обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности. Молодые ученые становятся инновационно активными специалистами, приобретая опыт работы в командах по созданию инновационных решений для производственных объектов и осваивая жизненный цикл технологических инноваций – от идеи разработки до коммерциализации и внедрения ИПр в производство. Множество ИТП, реализованных/реализуемых в ТУ в кооперации с различными организациями-партнерами, их распределенность по разным научно-техническим направлениям, факультетам и кафедрам ТУ повышают сложность оперативного получения систематизированной информации об ИТП. Такая информация необходима при планировании, документировании и оценке экономической эффективности инновационной деятельности ТУ, привлечении промышленных партнеров к научным исследованиям и разработкам, формировании инжиниринговых команд по выполнению комплексных ИТП, изучении имеющегося опыта инновационных разработок для обоснования актуальности и научно-технической новизны планируемых ИТП. Поэтому актуально создание настраиваемой ИС, которая позволяет специалисту по инновационной работе ТУ, научному руководителю ИТП, молодому ученому (исполнителю ИТП) на основе расширяемой БД характеристик ИТП решать задачи поиска и анализа ИТП по различным критериям для получения информации о примерах практической реализации ИТП по стратегическим направлениям, объемах их финансирования и созданных объектах интеллектуальной собственности.

Для построения ИС выполнен анализ характеристик ИТП на примерах ИТП, которые выполняются молодыми учеными ТУ, ставшими победителями Всероссийских конкурсов грантов по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (конкурсы «УМНИК» и «УМНИК – Цифровая Россия»), реализуемой Фондом содействия инновациям для стимулирования массового участия молодежи в инновационной деятельности. Данные ИТП традиционно отличаются сильной практической направленностью и ориентированы на решение задач, поставленных в технологических запросах ведущих отраслей промышленности. Проведенный анализ позволил сформировать информационное описание процедуры поиска и анализа ИТП в виде совокупности векторов входных параметров X , варьируемых параметров U и выходных параметров Y (рис. 1). Входными параметрами являются характеристики P_i каждого i -го ИТП из m ИТП, удовлетворяющих заданным варьируемым параметрам – интервалу времени выполнения ИТП $[t_0; t_K]$ и критериям поиска C_S или анализа C_A . Критериями поиска, анализа являются: N_T , N_{PR} , N_{CT} , N_{TF} – наименования направления научно-технологического развития, приоритетного направления развития науки и техники, критической технологии и области техники, N_{IR} – отраслевой технологический запрос,

K_W – ключевые слова и словосочетания, N_{SUP} , N_{EXC} – ФИО научного руководителя и исполнителя, N_F , N_D , N_{PO} – наименования факультета, кафедры и организации-партнера. Обработка характеристик ИТП P_i , $i = 1, \dots, m$ позволяет сформировать результаты поиска Y_S и анализа Y_A : N_{Pi} – наименование i -го ИТП, $P_{STi} = \{N_{Ti}, N_{PRi}, N_{CTi}, N_{TFi}, N_{IRi}\}$ – вектор характеристик научно-технического направления i -го ИТП, P_{SUPi} , P_{EXCi} – векторы характеристик научного руководителя (N_{SUPi} , должность, ученая степень и звание) и исполнителя (N_{EXCi} , статус, направление подготовки/специальность, образовательная программа, контактные данные молодого ученого) i -го ИТП, P_{FDi} , P_{POi} – векторы характеристик факультета, кафедры (N_{Fi} , N_{Di} , адреса Интернет-страниц) и организации-партнера (N_{POi} , адрес сайта, ФИО, должность и контактные данные представителя) по выполнению i -го ИТП, V_{Fi} – объем финансирования i -го ИТП (руб.), F_{PRSi} , F_{GAI} , F_{CAi} , F_{PTNi} – ссылки на файлы, содержащие презентацию, договор о предоставлении гранта, договор о порядке взаимодействия с ТУ и охранные документы (патенты на изобретения, полезные модели, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, баз данных), полученные в ходе i -го ИТП, $n_j = f_j(t)$, $V_j = \square_j(t)$ – распределения количества и суммарного объема финансирования ИТП по времени для j -го критерия анализа.



Рис. 1. Информационное описание процедуры поиска и анализа ИТП

На основе информационного описания сформулированы задачи поиска и анализа ИТП. Задача поиска: для заданного интервала времени $[t_0; t_K]$ и критериев поиска C_S сформировать из БД характеристик ИТП массив характеристик ИТП X , выполняемых в интервале времени $[t_0; t_K]$ и удовлетворяющих критериям поиска: $[\tau_{0i}; \tau_{Ki}] \cap [t_0; t_K] \neq \emptyset \wedge P_{i,l} = C_{Sk}$, $i = 1, \dots, m$, $l, k = 1, \dots, |C_S|$, систематизировать и отобразить характеристики найденных ИТП в виде выходных параметров Y_S . Задача анализа: для заданного интервала времени $[t_0; t_K]$ и критериев анализа C_A сформировать из БД характеристик ИТП массив характеристик ИТП X , выполняемых в интервале времени $[t_0; t_K]$ и удовлетворяющих критериям анализа: $[\tau_{0i}; \tau_{Ki}] \cap [t_0; t_K] \neq \emptyset \wedge P_{i,l} = C_{Aj}$, $i = 1, \dots, m$, $l, j = 1, \dots, |C_A|$, и, используя продукционные правила, сформировать и визуализировать в виде 2D графиков выходные параметры Y_A . Здесь τ_{0i} , τ_{Ki} – годы начала и окончания выполнения i -го ИТП, $P_{i,l}$ – характеристика i -го ИТП, совпадающая с критерием поиска C_{Sk} (критерием анализа C_{Aj}), $|C_S|$, $|C_A|$ – количество критериев поиска (критериев анализа).

Для решения поставленных задач разработана ИС. Анализ архитектуры и функциональных возможностей Единой государственной ИС учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, предназначенной для поиска и анализа отчетов об

указанных работах, диссертаций, результатов интеллектуальной деятельности, позволил обосновать функциональную структуру ИС (рис. 2). ИС реализована как веб-приложение на основе двухзвенной клиент-серверной архитектуры. Это обеспечивает независимость от платформы и операционной системы, а также возможность централизованного администрирования прикладных функций.

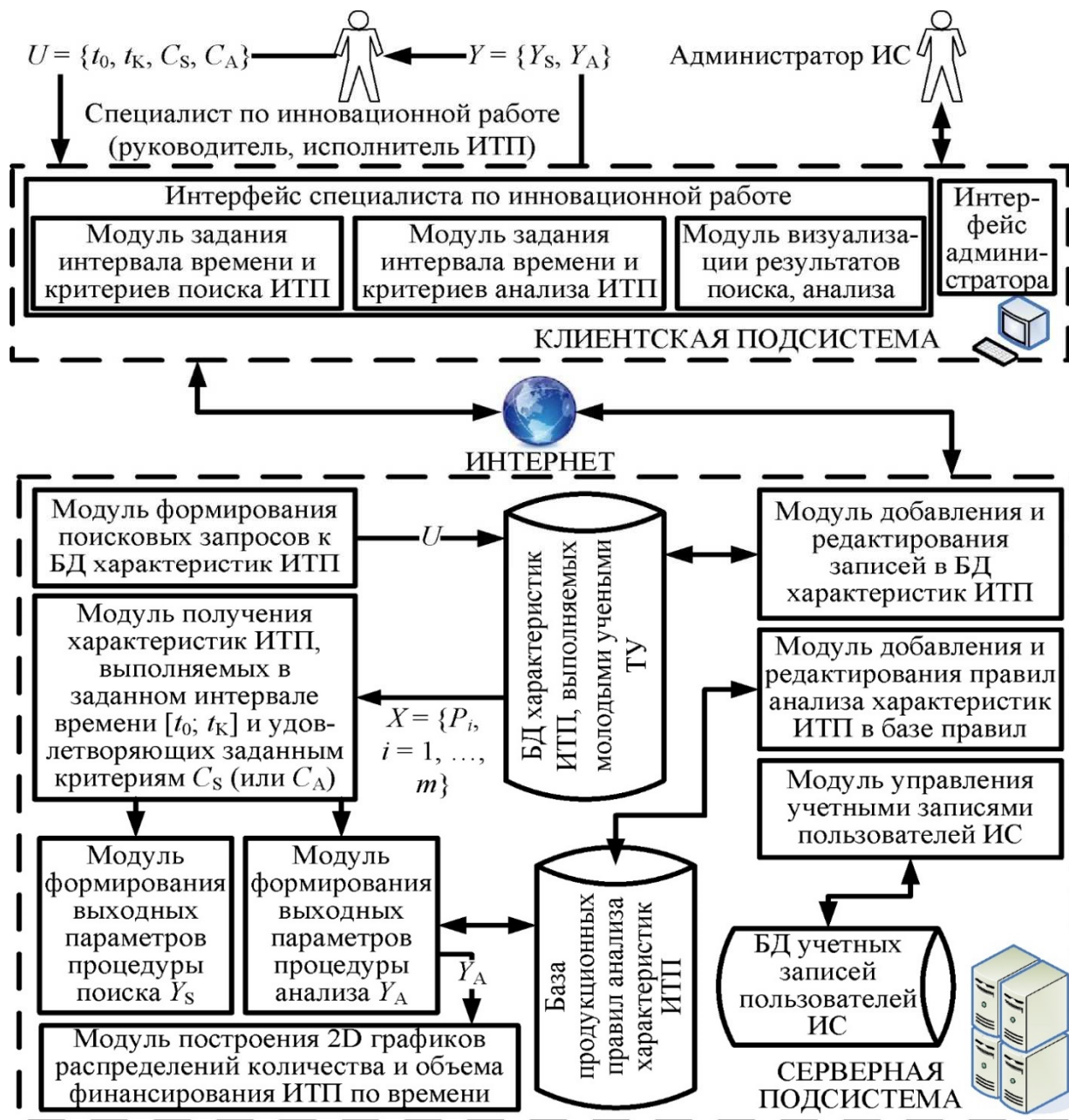


Рис. 2. Функциональная структура дистанционной ИС для поиска и анализа ИТП

Ядро ИС составляют многовариантные модели описания предметной области – информационная модель (БД характеристик ИТП) и модель представления знаний (база правил анализа характеристик ИТП).

БД ИТП построена на основе реляционной модели описания данных и включает 21 сущность: «ИТП», «Тематическое направление (направление научно-технологического развития)», «Приоритетное направление развития науки и техники», «Критическая технология», «Область техники», «Отраслевой

технологический запрос», «Отрасль промышленности», «Ключевые слова и словосочетания», «ИТП – Ключевые слова и словосочетания», «Научный руководитель», «Должность научного руководителя», «Ученая степень научного руководителя», «Ученое звание научного руководителя», «Статус исполнителя», «Факультет ТУ», «Кафедра ТУ», «Направление подготовки (специальность)», «Образовательная программа», «Организация-партнер», «Охранный документ на результат интеллектуальной деятельности», «Конкурс грантов». Сущности связаны специфическими отношениями «один ко многим». Ключевыми атрибутами являются идентификаторы сущностей. Исключение составляет сущность-посредник «ИТП – Ключевые слова и словосочетания», которая имеет составной ключ, включающий идентификаторы сущностей «ИТП» и «Ключевые слова и словосочетания», что позволяет заменить неспецифическое отношение «многие ко многим» между данными сущностями на отношения «один ко многим» между ними и сущностью-посредником.

Для анализа характеристик ИТП применяются продукционные правила вида «Pr ::= ЕСЛИ (условие), ТО (следствие)». Следствие, которое состоит из одного или нескольких предложений, образующих выдаваемое правилом решение, принимается при истинности условия, также состоящего из одного или нескольких утверждений. Примеры составных продукционных правил ИС:

ЕСЛИ $\tau_i = t_A \wedge N_{Ti} = N_T$, ТО $n_1(t_A) = n_1(t_A) + 1 \wedge V_1(t_A) = V_1(t_A) + V_{Fi}/2$;

ЕСЛИ $\tau_i = t_A \wedge N_{SUPi} = N_{SUP}$, ТО $n_4(t_A) = n_4(t_A) + 1 \wedge V_4(t_A) = V_4(t_A) + V_{Fi}/2$;

ЕСЛИ $\tau_i = t_A \wedge N_{Di} = N_D$, ТО $n_6(t_A) = n_6(t_A) + 1 \wedge V_6(t_A) = V_6(t_A) + V_{Fi}/2$,

где $\tau_i \in [\tau_{0i}; \tau_{ki}]$ – год выполнения i -го ИТП, $t_A \in [t_0; t_k]$ – текущий год анализируемого периода, $n_1(t_A)$, $V_1(t_A)$, $n_4(t_A)$, $V_4(t_A)$, $n_6(t_A)$, $V_6(t_A)$ – количество и суммарный объем финансирования ИТП, выполняемых в текущем году в рамках заданного направления научно-технологического развития, под научным руководством данного ведущего ученого ТУ, на заданной кафедре ТУ.

С ИС взаимодействуют пользователи двух категорий: специалист по инновационной работе ТУ (научный руководитель ИТП, молодой ученый – исполнитель ИТП), которому ИС предоставляет текстовую и графическую информацию о характеристиках ИТП, включая доступ к презентациям и охранным документам на созданные объекты интеллектуальной собственности, по запросам на поиск и анализ ИТП; администратор ИС, осуществляющий редактирование баз данных и правил. Пользователи получают доступ к соответствующим функциональным возможностям ИС после авторизации.

Для реализации ИС использованы кросс-платформенная среда разработки PHPStorm (языки программирования PHP, JavaScript), СУБД MariaDB.

Для тестирования ИС в БД ИТП внесены записи о 56 ИТП молодых ученых Санкт-Петербургского государственного технологического института (ТУ), ставших победителями конкурсов грантов по программе «УМНИК» в 2013-2021 гг. При поиске ИТП в указанном интервале времени по критерию $K_w =$ «Переработка промышленных отходов» ИС сформировала множество из 11 ИТП, параметры основных из которых приведены в таблице. Полученный результат совпадает с ожидаемым, так как в БД ИТП хранятся всего 11 ИТП по

химическим и цифровым технологиям переработки отходов производств.

Наименование, ссылка на публикацию/охранный документ	Кафедра ТУ	Партнер
Направление научно-технологического развития «Новые материалы и химические технологии»		
Разработка новых методов переработки нефтесодержащих отходов с получением гранулированной гидрофобной добавки в асфальтобетон [1]	Кафедра процессов и аппаратов	ОАО «Асфальтобетонный завод №1»
Разработка технологии получения углеродных сорбентов сферической формы методом жидкостной грануляции для очистки водных и воздушных сред от различных загрязнителей [2]	Кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники	ООО «Научно-производственное предприятие «Полихим»
Разработка технологии извлечения родия из отработанных аффинажных растворов и растворов, образующихся при переработке списанных автомобильных катализаторов [3]	Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе	ООО «Научно-исследовательский центр «Гидро-металлургия»
Направление научно-технологического развития «Цифровые технологии»		
Разработка компьютерной системы для подготовки специалистов в области управления жизненным циклом вторичной переработки полимерных материалов [4]	Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления	ООО «Завод по переработке пластмасс им. «Комсомольской правды»

Изучение данных ИТП позволило определить направления исследований и обосновать выбор перспективных методов и способов решения задач в рамках Лаборатории мирового уровня по созданию комплекса химических и цифровых технологий энергоресурсоэффективной переработки промышленных отходов.

Разработка выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-79-30029).

Список литературы

1. Патент № 2560155 Российская Федерация. Способ термохимической переработки нефтяных шламов в смесях с твердым топливом для получения жидких продуктов: № 2014137035/04: заявл. 12.09.2014: опубл. 20.08.2015 / Флисюк О.М., Круковский О.Н., Шининов Т.Н. [и др.].

2. Соловей В.Н. Применение жидкостной грануляции для получения углеродных сорбентов сферической формы / В.Н. Соловей, В.В. Самонин, Е.А. Спиридонова [и др.] // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2015. – № 31. – С. 84-88.

3. Егоров С.А. Особенности сорбции родия(III) из хлоридных растворов на ионите с тиомочевинными группами / С.А. Егоров, А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93, № 9. – С. 1311–1316.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021617864 Российская Федерация. Программный комплекс для обучения специалистов в области управления жизненным циклом вторичной переработки полимерных материалов: № 2021612455: заявл. 25.02.2021: опубл. 20.05.2021 / Чистякова Т.Б., Новожилова И.В., Паукин О.А.