**Получение комплексного минерального удобрения на основе техногенных отходов фосфорного производства**

**Назарбек Улжалгас**

PHD-докторант кафедры «Химическая технология неорганических веществ» Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауезова

Казахстан, 160011, г.Шымкент, пр. Тауке хана, 5

**Бестереков Уйлесбек**

д.т.н., профессоркафедры «Химическая технология неорганических веществ» Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауезова

Казахстан, 160011, г.Шымкент, пр. Тауке хана, 5

**Петропавловский Игорь Александрович**

д.т.н., профессор кафедры «Технология неорганических веществ»

Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева

Россия, 125047, г.Москва, Миусская пл., д.9

e-mail:ipetropavlovsky@gmail.com

**Почиталкина Ирина Александровна**

к.т.н., доцент кафедры «Технология неорганических веществ»

Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева

Россия, 125047, г.Москва, Миусская пл., д.9

\*e-mail:pochitalkina@list.ru

**Назарбекова С.П.**

д.х.н., профессорЮжно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауезова

Казахстан, 160011, г.Шымкент, пр. Тауке хана, 5

**Болысбек А.А.**

к.т.н., доцентЮжно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауезова

Казахстан, 160011, г.Шымкент, пр. Тауке хана, 5

**Ключевые слова:** фосфорный шлам, коттрельная пыль, гуминовая кислота, сульфат аммония, комплексные минеральные удобрения, аммофос, суперфосфат.

Производство фосфора сопряжено с образованием техногенных отходов: фосфорного шлама, коттрельной пыли, газовых выбросов. Фосфорный шлам и коттрельная пыль представляют собой ценное вторичное сырье для производства фосфорсодержащих удобрений. Однако обоснованных и практически реализованных технологий переработки отходов в удобрительные продукты все еще нет. В этой связи поиск новых возможностей утилизации многотоннажного фосфорсодержащего вторичного сырья является актуальной задачей. В настоящей работе для получения удобрения типа аммофоса была использована смесь фосфорного шлама, коттрельной пыли, сульфата аммония и гуминовой кислоты. Для предлагаемого процесса определены технологические условия и основные показатели.

**Библиография**

1. Стратегия развития «Казахстан-2030»

2. Электронный ресурс: <http://www.inform.kz/rus/article/228083>

3. Алдашов Б.А., Лисица В.И. – «Утилизация отходов фосфоритов Каратау – путь к конкурентоспособной экономике и оздоровлению экологии» - Алматы: Ғылым, 2007. – 428 с.

4. Постников Н.Н. Термическая фосфорная кислота// М.: «Химия», 1972г., 308с.

5. Джусипбеков У.Ж., Чернякова Р.М., Ошакбаев М.Т., Нургалиева Г.О. - «Переработка некондиционных фосфоритов Каратау и техногенных отходов на удобрения» - Алматы: Ғылым, 2000. – 132 с.

6. Батькаев Р.И. Разработка технологии получения товарной продукции из техногенных отходов производства фосфора: автореферат доктора технических наук, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент 2010г. 64 с.

7. Отчет о научно-исследовательской работе “Разработка технологии получения комплексных удобрений, мелиорантов, структурообразователей почв на основе модифицированных полиамфолитов с регулируемыми свойствами, синтезированных с использованием вторичного акрилатсодержащего и углеводородного сырья». Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, 2013 г.

8. Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Бейсенбаев О.К., Назарбекова С.П. / Сборник научных трудов Международной научной конференций «International Conference of Industrial Technologies and Engineering», Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, 30 августа 2014 г, 176-181 с.

9. М.Е Позин. Технология минеральных удобрений. Учебник для вузов – 6-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.

10. Рид С. Дж. Б. - «Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии», М.: Изд. «Техносфера», 2008 г., 232с.

11. Удобрения минеральные. Методы испытаний: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 г., 68 с.

12. Горшков В.Г., Тимашев В.В., Савельев В.Г. - «Методы физико-химического анализа вяжущих веществ» - Учебное пособие М.: Изд. «Высшая школа», 1981г., 333 с.

**Совершенствование способа очистки растворов вольфрамата натрия от примесей, образующих гетерополисоединения**

**Гиганов Владимир Георгиевич** к.х.н., ведущий научный сотрудник кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва. Адрес: 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1 Тел. раб. 8 (495) 496-68-42

e-mail: [giganov.v@mail.ru](mailto:giganov.v@mail.ru)

**Сан Ю Аунг** аспирант 3 года обучения кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва. Адрес: 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1. Тел. раб. 8 (495) 496-68-42

**Ключевые слова**: карбонизация, гетерополисоединения, кремний, фосфор, вольфрам, реэкстракт. carbonation, heteropolyanions, silicon, phosphorus, tungsten, reextract.

Изучена очистка растворов вольфрамата натрия от кремния и фосфора. Показано, что использование угольной кислоты для нейтрализации карбонатно-щелочных растворов вольфрамата натрия позволяет исключить образование гетерополисоединений и снизить остаточное содержание кремния менее 0,1 г/л. При этом равновесие при карбонизации нагретых до 70 – 80 оС вольфраматных растворов достигается в 3 – 4 раза быстрее, чем при обычной температуре. Установлено, что для достижения степени очистки от кремния > 90 % , желательно введение в раствор солей алюминия в качестве коагулянта. Показано, что вместе с кремнием происходит также очистка вольфраматных растворов от фосфора.

**Библиография**

1. Patent US №3042416 Evaporator plates, Willard R Stephen, 09.1962.

2. Patent US №32063303 Process for precipitation solubilized silica from acidic aqueous media, Goren Vayer B, 09.1965.

3. Пенчатов В.А., Фоменко И.П., Харьковский И.А. Способ получения вольфрамовой кислоты //Авт.св. №914511/22-2ю 1967. Бюл. №16.

4. Patent US №4092400 Caustic leaching, filtration, chemical treatment, acidification //Vladimir Zbranek, Zdenka Zbranek, Daniel Arthur Burnham, 05.1978.

**Процесс модификации как вариант расширения области использования серы**

**Скрипунов Денис Александрович**

Лаборатория газовой серы ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Научный сотрудник

п. Развилка, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

e-mail: [D\_Skripunov@gwise.vniigaz.gazprom.ru](mailto:D_Skripunov@gwise.vniigaz.gazprom.ru)

**Мотин Николай Васильевич**

Лаборатория газовой серы ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Начальник лаборатории

п. Развилка, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

e-mail: [N\_Motin@gwise.vniigaz.gazprom.ru](mailto:N_Motin@gwise.vniigaz.gazprom.ru)

**Неделькин Владимир Иванович**

Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского, д.х.н. профессор, зав. кафедрой «Неорганическая и аналитическая химия имени Клячко Ю.А.»

г. Москва, ул. Шаболовка, д.14

e-mail: [Nedelkinvi@mgutm.ru](mailto:Nedelkinvi@mgutm.ru)

**Ключевые слова:** Сера, избыток, модификация, модифицированная сера, серобетон, сероасфальтобетон, строительная отрасль

Россия является крупным производителем элементной серы. В 2012 году производство составило 6,4 млн тонн, потребление 2,9 млн тонн. Основное направление использования серы – производство серной кислоты для производства минеральных удобрений. Профицит в 3,5 млн тонн реализуется на внешние рынки (экспорт). В среднесрочной и долгосрочной перспективе прогнозируется избыточное производство серы. К 2020 году профицит мирового производства может составить 5 млн тонн в год. В настоящей статье осуществлена постановка задачи расширения области использования серы. Приведены теоретические основы процесса химической модификации для использования серы в качестве компонента строительных материалов. Показаны некоторые положительные свойства модифицированной серы и материалов на ее основе. Обоснована перспектива использования модифицированной серы в строительной отрасли и производстве асфальтобетонных смесей.

**Библиография**

1. Хим-Курьер, Хим-Эксперт. Сера. Статистика, <http://www.him-kurier.ru/>

2. Скрипунов Д. А., Филатова О.Е и др. Проблема избытка газовой серы, варианты решения.// Газохимия 2011, материалы II Международной конференции, М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011

3. Мотин Н.В., Алехина М.Н., Скрипунов Д.А.. Современные проблемы производства и применения технической серы в различных отраслях промышленности.// Сборник трудов научно-практической конференции «Перспективы и проблемы внедрения в гражданское, промышленное и дорожное строительство серосодержащих композитов», М., СОПС, 2013,   
с. 27-36

4. McBee W. C., Sullivan T.A. Sulfur in construction materials.// Bulletin/Bureau of Mines; 678, 1985, 31 p.

5. Сигэру Оаэ. Химия органических соединений серы.// М.: Химия, 1975.

6. Неделькин В.И., Савин Е.Д., Фролова Н.Г. Полимерная сера: научный и практический аспекты.// Химия в России, 2000, №10, с. 18-19.

7. Рылова М.В., Самуилов А.Я. Взаимодействие дициклопентадиена с элементной серой. Начальные стадии реакции.// Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения, 2002,Т.2, №9, c. 29-32.

8. Penczek S., Duda A. Anionic copolymerization of elemental sulfur.//Pure & Appl. Chem., 1981, vol. 53, pp. 1679-1687.

**Влияние химической модификации поверхности фталоцианинового пигмента на его свойства**

**Зуев Кирилл Владимирович**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

аспирант каф. ТТОСиХК

Москва, 125047, Миусская пл., 9

тел.: +7(915)121-19-05, e-mail: [zuev.kirill@inbox.ru](mailto:zuev.kirill@inbox.ru)

**Смрчек Владимир Алексеевич***,**к.х.н.*

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

научный консультант каф. ТТОСиХК

Москва, 125047, Миусская пл., 9

тел.: +7(495)496-69-09, e-mail: [tdindlak@yandex.ru](mailto:tdindlak@yandex.ru)

**Федосеева Мария Сергеевна**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

студентка каф. ТТОСиХК

Москва, 125047, Миусская пл., 9

тел.: +7(499)978-88-20, e-mail: [mariya\_fedoseeva@list.ru](mailto:mariya_fedoseeva@list.ru)

**Колдаева Татьяна Юрьевна**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

старший научный сотрудник каф. ТТОСиХК

Москва, 125047, Миусская пл., 9

тел.: +7(499)978-88-42, e-mail: [tkoldaeva@muctr.ru](mailto:tkoldaeva@muctr.ru)

**Перевалов Валерий Павлович***, д.х.н., проф.*

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

заведующий каф. ТТОСиХК

Москва, 125047, Миусская пл., 9

тел.: +7(499)978-99-91, e-mail: [pvp@muctr.ru](mailto:pvp@muctr.ru)

**Ключевые слова**: органические пигменты, химическая модификация поверхности, нанодисперсные материалы, реакция Гомберга-Бахмана.

В работе описаны метод синтеза и способ применения новых реагентов для химической модификации поверхности частиц медь-фталоцианинового пигмента (P.B.15:3, C.I.:12474). Модификаторы получены на основе 4-аминобензойной кислоты и третичных аминов, содержащих гидроксиэтильные группы. С помощью данных соединений на поверхности частиц пигмента арилированием по Гомбергу-Бахману были закреплены функциональные фрагменты, повышающие дисперсность пигмента и его сродство к водным средам. В ходе различных лабораторных испытаний показано улучшение технических и эксплуатационных характеристик пигмента после модификации.

**Библиография**

1. Беленький Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.
2. Herbst W., Hunger K. Industrial Organic Pigments: production, properties, applications. Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004. – 672 с.
3. Shakhnovich A., Belmon J. Pigments for Inkjet Applications. The Chemistry of Inkjet Inks, Ch.6 – Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2010. – 339 с.
4. Калинская Т.В., Доброневская С.Г., Аврутина Э.А. Окрашивание полимерных материалов. – Л.: Химия, 1985. – 184 с.
5. Патент ВОИС № 2007045311. Pigment concentrates based on diketopyrrolo-pyrroles. Reipen T., Plueg C., Weber J., 2007.
6. Патент Германии № 2017040. Phthalocyanine pigment compositions. Bagai S., Topham A., 1970.
7. Патент США № 6264733. Pigment particle growth and/or crystal phase directors. Baebler F., 2001.
8. Патент США № 5571311. Ink jet ink formulations containing carbon black products. Belmont J.A., Johnson J.E., Adams C.E., 1996.
9. Cepanec I. Synthesis of biaryls. – Netherlands: Elsevier Ltd, 2004. – 365 с.
10. ГОСТ 21119.6-92. Общие методы испытаний пигментов и наполнителей. Определение уплотнённого объема, кажущейся плотности и насыпного объёма.
11. ГОСТ 21119.8-75. Общие методы испытаний пигментов и наполнителей. Определение маслоёмкости.

**Экологически безопасные ингибиторы**

**для систем водооборота нефтехимических производств**

**Хасанова Диляра Ильгизовна**

Научно-технологический центр ПАО «Нижнекамскнефтехим»,

Начальник исследовательской лаборатории антикоррозионных процессов,

Кандидат технических наук

Адрес: 423574, г. Нижнекамск Республика Татарстан

тел. 8(8555) 377424; 375705

e-mail: [ntc.ilap@mail.ru](mailto:ntc.ilap@mail.ru)

**Сафин Дамир Хасанович**

Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, Профессор, Доктор технических наук

Адрес: 420029, г. Казань Республика Татарстан

тел. 8987296758

e-mail: [Safin\_Damir@kos.ru](mailto:Safin_Damir@kos.ru)

**Коврижных Елена Александровна**

Научно-технологический центр ПАО «Нижнекамскнефтехим»,

Инженер-технолог III кат. исследовательской лаборатории антикоррозионных процессов

Адрес: 423574, г. Нижнекамск Республика Татарстан

ул. 50 лет Октября д. 6, кв. 54

тел. 8(8555) 379119

e-mail: [kovrizhnyh\_2011@mail.ru](mailto:kovrizhnyh_2011@mail.ru)

**Ключевые слова**: оборотное водоснабжение, комплексный ингибитор коррозии и солеотложений.

Разработан новый экологически безопасный, комплексный ингибитор коррозии и солеотложений для обработки охлаждающей воды - ОПЦ-800. Гравиметрическим методом установлено, что ингибитор проявляет максимальный защитный эффект от коррозии углеродистой стали и выпадения карбоната кальция при дозе 50 мг/л. Потенциостатическими исследованиями установлено, что реагент ОПЦ-800 относится к ингибиторам смешанного действия, обеспечивает высокую степень защиты углеродистой стали в воде низкой и средней минерализации. Ингибитор эффективно снижает вероятность солевых отложений, сохраняя стабильность воды в температурном диапазоне от 25 до 75°C. Представлены данные опытно-промышленных испытаний применения данного ингибитора в системе оборотного водоснабжения ПАО «Нижнекамскнефтехим».

**Библиография**

1. Балабан-Ирменин Ю.В., Рудакова Г.Я. Применение антинакипинов в энергетике низких параметров. // М.: Новости теплоснабжения, 2011.
2. Коробейникова Е.Ю., Автономова А.Ю. Гетеролигандное комплексообразование меди с 2-фосфонобутан-1,2,4-трикарбоновой кислотой и карбоновыми кислотами в водных растворах // Вестник удмуртского университета, 2012 - Вып. 2.
3. ГОСТ 9.502.-82. Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний. // М.: Издательство стандартов, 1988.
4. Анофриев Н.Г. Универсальный автоматический коррозиметр Эксперт – 004 (v.1.19-3.10). Руководство по эксплуатации и паспорт. // М.: Москва, 2010.
5. Акользин П.А. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования. // М.: Энергоиздат, 1982.
6. Kemmer F.N. The Nalco Water Handbook, Second Edition. McGraw-Hill Book Company 1989.

**Разработка энергосберегающей подсистемы ректификации в производстве ароматических углеводородов из лёгких алканов**

**Боровкова Екатерина Александровна.**

Аспирант кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл. 9.

Адрес e-почты: catherine.borovkova@gmail.com

Телефон: +7(499)-978-84-18

**Советин Филипп Сергеевич**

Доцент кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл. 9.

Адрес e-почты: [fsovetin@inbox.lv](mailto:fsovetin@inbox.lv)

Телефоны:+7 (499)-978-84-18, (499)-500-19-17

**Рамазанова**  **Алина Алексеевна**

Студент-дипломник кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д.И. Менделеева, кандидат химических наук.

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл. 9.

Адрес e-почты: alishka\_li@inbox.ru

Телефон: **+7**(499)-978-84-18

**Гартман Томаш Николаевич**

Заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, д. т. н., проф..

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл. 9.

Адрес e-почты: [gartman@muctr.ru](mailto:gartman@muctr.ru)

Телефоны: +7(499)-973-12-85, (499)-978-84-11

**Ключевые слова:** комплекс программ, флегмовое число, модель, модуль.

С применением комплекса программ ChemCAD реализован эволюционный алгоритм синтеза энергосберегающих технологических схем ректификации. Разработаны компьютерные модели 5 различных вариантов установок ректификации ароматических углеводородов в производстве аренов из легких алканов. С использованием различных критериев эффективности технологических схем (годовые затраты, суммарная тепловая нагрузка) выбрана наиболее энергоресурсосберегающая ректификационная установка. Посредством расчётных исследований установлено, при выборе наиболее эффективной технологической схемы ректификации с использованием двух различных критериев эффективности наблюдаются одинаковые результаты.

**Библиография**

1. Лисицын В. Н. Химия и технология промежуточных продуктов. М: Химия. 1987 г. 368 с.

2. Горелик М.В., Эффос Л.С. Основы химии и технологии ароматических соединений. М: Химия, 1992 г. 640 с.

3. Орехов В.С., Дьячкова Т.П., Субочева М.Ю., Колмакова М.А.Технология органических полупродуктов. Тамбов: ТГТУ, 2007 г. 140 с. Ч. 1.

4. Советин Ф. С. Гартман Т. Н. Применение комплекса программ CHEMCAD для разработки компьютерной модели технологического узла нитрования крупнотоннажного производства нитробензола // Химическая техника. № 4. 2012 г. с. 44–45.

5. Дорогочинский А.З., Проскурин А.Л., Овчаров С.Н., Крупина Н.Н. Ароматизация низкомолекулярных парафиновых углеводородов на цеолитных катализаторах. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989. – 84 с.

6. Кутепов Б.И., Белоусова О.Ю. Ароматизация углеводородов на пентасилсодержащих катализаторах. М.: Химия, 2000. – 95 с.

7. Хаимова Т.Г., Мхитарова Д.А., Тренина Н.М. Новые методы получения ароматических углеводородов. // Нефтепереработка и нефтехимия. 1986. № 7. с. 18-20.

8. Tullo A.H. Technology spurs aromatics rush. //Chem. Eng. News. 2001. N 35. P. 28-30.

9. Мамаева И.М. Разработка процесса и исследование ароматизации парафинов С2–С4 на пентасилах. Диссертация … кандидата химических наук. Грозный. ГрозНИИ. 1995.

10. Nagamori Y., Kawase M. Converting light hydrocarbons containing olefins to aromatics (Alpha Process). // Microp. Mesop. Mater. 1998. V. 21. P. 439-445.

11. Карташёв И. Ю. Ароматизация легких алканов на промотированных высококремнеземных цеолитах. Диссертация … кандидата химических наук. Москва. РГУНГ им. И. М. Губкина. 2005.

12. Голованов М. Л. Разработка энергосберегающей технологии ректификации продуктов каталитического крекинга. Дисс. канд. техн. наук. М.: МГАТХТ (МИТХТ), 2007. 203 с.

13. Гартман Т. Н., Клушин Д. В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. М: «Академкнига», 2008. 415 с.

14. Гартман Т. Н., Советин Ф. С. Применение пакетов программ CHEMCAD для моделирования процессов многокомпонентной ректификации в тарельчатых колоннах при получении синтетического жидкого топлива // Химическая техника. 2010 г., № 2. с. 36-38.

15. Гартман Т. Н., Советин Ф. С. Компьютерное моделирование технологического узла ректификации производства метанола с применением пакетов программ CHEMCAD// Химическая техника. № 4. 2010 г. с. 12-14.

16. Советин Ф. С., Гартман Т. Н., Сафонова В. Д., Шумакова О.П., Тамбовцев И. И. Применение комплекса программ CHEMCAD для разработки компьютерной модели технологической схемы хлорирования бензола по Беркману // Химическая техника. № 10. 2014 г. с. 39–42

17. Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Лосев В. А., Дробышевский Н. А., Хворостяный В. С. Разработка компьютерной модели многостадийного производства синтетического жидкого топлива из природного газа.// Химическая промышленность сегодня № 1. 2009 г. с. 40-50.

18. Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Новикова Д. К. Разработка компьютерной модели многостадийного производства метанола из природного газа. // Химическая промышленность сегодня № 3. 2012. с. 45-53.

19. Кафаров В.В., Петлюк Ф.Б., Гройсман С.А., Телков Ю.К., Белов М.В. Синтез оптимальных схем ректификации многокомпонентных смесей методом динамического программирования. // Теоретические основы химической технологии. 1975, т.9, №2, с. 262-269.

20. Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Новикова Д. К., Семенихин Я. В. Построение моделей процессов водоподготовки и водоочистки при получении синтетического жидкого топлива с применением программного комплекса CHEMCAD // Химическая техника. № 3. 2011 г. с. 34-35.

21. Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Новикова Д. К., Сеннер С. А. Синтез интегрированной химико-технологической получения синтетического жидкого топлива и метанола из природного газа с применением проблемно-ориентированного комплекса программ CHEMCAD// Химическая техника. № 9. 2011 г. с. 41–44.

22. Викторов В.К., Малютин А.Ю. Метод синтеза химико-технологических систем ректификационных колонн // Известия Санкт-петербургского государственного технологического института (технического университета). 2012. №14 (40). с. 97-101.

23. Малютин А.Ю. Синтез оптимальных теплоинтегрированных ректификационных систем. Диссертация … кандидата технических наук. С.-Пб. С.-Пб. ГТИ(ТУ). 2012.

24. Тимошенко А.В., Ахапкина О.А., Анохина Е.А., Аристович Ю.В. Энергосберегающие подсистемы ректификации бутанов и пентанов // Химическая технология. 2012. № 11. с. 681-687.

25. Тимошенко А.В., Тимофеев В.С., Хахин Л.А., Иванов И.В., Трегер Ю.А., Розанов В.Н. Синтез и оптимизация энергосберегающей подсистемы разделения в процессе получения олефинов из природного газа // Химическая промышленность сегодня. 2013. № 1. с. 40-52.

26. Комиссаров Ю. А, Гордеев Л. С, Вент Д. П. Научные основы процессов ректификации. Под редакцией Серафимова Л. А. В 2-х томах. М. Химия 2004. 270 с. и 415 с.

27. Gartman T.N, Sovetin F. S., Proskuro E. A., Shvets V. F., Kozlovskiy R. A., Suchkov Y.P, Sapunov V.N., Loktev A. S., Levchenko D. A., Dedov A.G. Computation of the Solid Catalyzed Gas Phase Reactions with a Simultaneous Choice of the Scheme of the Reactions for Different Composition of the Initial Reaction Mixture // Chemical engineering transactions. Vol. 39. 2014. p.1009-1014.

28. Гартман Т.Н., Советин Ф.С. Аналитический обзор современных пакетов моделирующих программ для компьютерного моделирования химико-технологических систем // Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т. 26. № 11 (140). с. 117-120.

29. Советин Ф.С. Разработка и применение методического обеспечения блочного компьютерного моделирования энергоресурсоемких химико-технологических систем с применением инструментальных комплексов программ // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. Москва, 2011. 190 с.

30. Кафаров В. В., Мешалкин В. П. Анализ и синтез химико-технологических систем. М.: Химия, 1991. 432 с.

31. Гартман Т.Н. Анализ и синтез непрерывной ректификации на основе автоматизированного накопления и классификации информации // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М. 2000. 514 с.

**Математическое моделирование сетевого взаимодействия участников инновационных процессов в нефтегазохимических кластерах**

**Шинкевич Алексей Иванович**, Казанский национальный исследовательский технологический университет, заведующий кафедрой логистики и управления, доктор экономических наук, профессор, 420015, г.Казань, ул. К.Маркса, д.68, тел./факс (843) 231-43-13, e-mail: [ashinkevich@mail.ru](mailto:ashinkevich@mail.ru)

**Зарайченко Ирина Анатольевна**, Казанский национальный исследовательский технологический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики и управления, 420015, г.Казань, ул. К.Маркса, д.68, тел./факс (843) 231-43-13, e-mail: [irina-zar@mail.ru](mailto:irina-zar@mail.ru)

**Ахметова Венера Наиловна**, ООО «Газпром трансгаз Казань», кандидат экономических наук, заместитель генерального директора по экономике и финансам.

**Ключевые слова:** инновационный процесс, организационная структура, инновационная сеть, кластер, участник сети, сетевое взаимодействие, функция полезности, нефтегазохимическая отрасль, химико-технологическая система, внешние сетевые эффекты, экстерналии, пространственно-временные ограничения.

Сетевые структуры обеспечивают ускорение процесса диффузии инноваций, стимулируя инновационную активность участников сети. Появление положительных внешних сетевых эффектов приводит к привлечению новых участников, что, в свою очередь, обеспечивает рост значения функции полезности. Задачей управления процессами формирования инновационных сетей становится оптимизация численности сети. В статье предлагается математическая модель инновационной сети, которая детерминируется, с одной стороны, динамикой функции полезности ее участников, а с другой – пространственно-временными условиями функционирования. Представленная специфическая математическая модель расчета внешних сетевых эффектов от функционирования инновационной сети для нефтегазохимической отрасли, которая учитывает специфику химико-технологических процессов, а также особенности отраслевой структуры, обусловленные сырьевой ориентацией отрасли.

**Библиография**

1. Алгазин Г.И. Теоретико-игровое моделирование сетевого взаимодействия целенаправленных субъектов в многоагентной системе «центр-агент-конкурентный рынок» / Г.И. Алгазин, Д.Г. Алгазина. // Известия АлтГУ. 2012. №1/2 (73). С.61-65.
2. Ардашева Л.М. Положительные отношения между целями прибыли франчайзера и ростом франчайзинговой системы / Л.М. Ардашева, А.О. Скопин. // Управление экономическими системами: электрон. Науч. журн. [Электронный ресурс] – 2007. – №2(10). – Режим доступа: http://uecs.mcnip.ru (дата обращения: 08.08.2014).
3. Булавский В.А. Модель олигополии с рынками производственных факторов / В.А. Булавский. // Экономика и математические методы. 1999. Т.35. №4. С.78-86.
4. Кац М.Л. Сетевые внешние эффекты, конкуренция и совместимость / М.Л. Кац, К.Д. Шапиро. // Вехи экономической мысли. Теория отраслевых рынков. Т. 5 / Под общ. ред. А.Г. Слуцкого. – СПб.: Экономическая школа, 2003. – С . 500-535.
5. Маркварт О.И. Особенности сетевых рынков и сетевой монополизации в условиях современного инновационного процесса / О.И. Маркварт. // Вестник ОГУ. 2007. №77. С.146-151.
6. Мешалкин В. П. Влияние рисков информатизации на инновационную деятельность в региональных промышленных комплексах / В. П. Мешалкин, Т. В. Какатунова, М. И. Дли. // Транспортное дело России. 2011. №4. С. 56-59.
7. Нижегородцев Р.М. Сетевые эффекты, проблема равновесия и обратные связи / Р.М. Нижегородцев, А.В. Карев. // Институциональные аспекты глобальных технологических сдвигов: Материалы Пятых Друкеровских чтений. Под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: Доброе слово, 2011. – 146-158.
8. План развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 г. // Министерство энергетики Российской Федерации: официальный сайт [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minenergo.gov.ru/press/doklady/11723.html (Дата обращения: 15.08.2014).
9. Рейнгольд Г. Умная толпа: новая социальная революция / Г. Рейнгольд. – М.: Фаир пресс, 2006. – 416 с.
10. Шинкевич А.И. Концепция формирования отраслевых инновационных кластеров / А.И. Шинкевич, Т.В. Малышева, И.А. Зарайченко. // Вестник КНИТУ. 2011. №22. С.299-306.
11. Шинкевич А.И. Повышение инновационной активности в энерго- и ресурсосбережении на основе концепции «технологических окон возможностей» / А.И. Шинкевич, И.А. Зарайченко. // Вестник КНИТУ. 2010. №9. С.897-899.
12. Etzkowitz H. The Triple Helix of University -Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development / H. Etzkowitz, L. Leydesdorff. // EASST Review. Vol. 14. № 1. 1995. P. 11-19.