

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТООО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ,
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ОБРАЗОВАНИИ И ЭКОЛОГИИ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Издательство «Инновационные технологии»

Тула 2013

Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии: тезисы докладов XI всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2013. – 66 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы разработки моделей и информационных систем в научных исследованиях, экологии и промышленности. Предложены современные технологии моделирования и исследования различных процессов и объектов. Описаны методы поиска данных и документов в информационных системах, методы компьютерной диагностики визуализации. Изложены аспекты экологии, охраны окружающей среды, безопасности жизнедеятельности и медицины.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся проблемами моделирования и применения информационных технологий в различных областях научной и производственной деятельности.

Редакционная коллегия

Академик РАН С.М. Алдошин, член-корр. РАН В.П. Мешалкин, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, академик НАН Украины В.А. Иванов, д.т.н., проф. В.М. Панарин, к.и.н. Г.А. Голубев, к.т.н. А.А. Горюнкова.

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

ISBN 978-5-905762-04-8

© Авторы докладов, 2013

© Издательство «Инновационные технологии»,
2013

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Л.К. Горшков¹, А.А. Буканов², А.И. Осецкий³, В.И. Спиринов⁴, Ю.Е. Будюков⁴

¹Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург,

²ООО «Русская буровая компания», г. Москва,

³ОАО «Полиметалл УК», г. Санкт-Петербург,

⁴ОАО «Тульское НИГП», г. Тула

Известно, что циркуляционная система алмазной буровой коронки, представляющая собой совокупность каналов для движения очистного агента, обеспечивающая возможность полного омыwania режущей части матрицы коронки с целью ее очищения от шлама и надежного охлаждения. При этом очищается от выбуренного шлама и забой скважины, а сам шлам транспортируется к устью скважины восходящим потоком очистного агента (воды, специального бурового раствора, пены, сжатого воздуха).

Помимо этого, циркуляционная система коронки должна способствовать беспрепятственному проникновению очистного агента, в первую очередь, жидкого, в каналы, пустоты, поры и трещины в буримой породе как в зоне сжатия-смятия перед алмазными резцами, так и позади них в образующуюся зону растяжения породы от действия высвобождающейся энергии упругой деформации породы забоя скважины.

Проникновение очистного агента, то есть промывочной жидкости, на некоторую глубину в породу забоя способствует сглаживанию влияния анизотропии породы на механизм ее разрушения при бурении и реализации эффекта Ребиндера, то есть эффекта снижения прочности буримой породы под действием энергии поверхностного натяжения промывочной жидкости внутри породы.

Действие эффекта Ребиндера основано на адсорбционном ослаблении твердых пород, ускорении их деформаций и разрушения вследствие обратимого физико-химического воздействия промывочной жидкости как окружающей среды[1].

Основное условие проявления эффекта Ребиндера есть родственный характер контактирующих фаз твердой породы и промывочной жидкости по химическому составу и строению. Формы и степень проявления этого эффекта

зависят от интенсивности межатомных (межмолекулярных) взаимодействий соприкасающихся фаз, величины и типа напряжений (необходимы растягивающие напряжения), скорости деформации и температуры, существенную роль играет структура породы, то есть наличие дислокаций, трещин, посторонних включений и т.п. Наиболее характерная форма проявления эффекта - многократное снижение прочности, повышение хрупкости породы, сокращение ее долговечности. Из других форм проявления эффекта Ребиндера следует отметить пластифицирующее действие очистного агента, особенно, если последний включает в себя поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Термодинамической основой проявления эффекта Ребиндера ложно считать уменьшение величины работы на образование новых поверхностей при деформациях в результате снижения уровня свободной поверхностной энергии породы под влиянием промывочной жидкости.

Для обеспечения выполнения промывочной жидкостью указанных выше функций, включая и действие эффекта Ребиндера, жидкость должна заполнять все открытые полости в породоразрушающем инструменте (алмазной коронке) и не отрываться от его поверхностей при движении в призабойной зоне, то есть следовать теореме Н.Е.Жуковского [2]. Согласно этой теореме, если в теле (в нашем случае) в коронке, имеется какая-нибудь полость, заполненная трущейся жидкостью, и такой системе сообщена начальная скорость, то движение ее будет стремиться к предельному состоянию, и вся система при этом будет вращаться относительно главной оси инерции как одно неизменяемое тело с постоянной заданной угловой скоростью (в процессе бурения это будет заданная частота вращения бурового снаряда).

Это условие может быть обеспечено, если пространственное положение и геометрические размеры промывочных каналов в матрице и корпусе коронки будут способствовать неотрывности потока очистного агента, то есть промывочной жидкости, от поверхностей вращающейся алмазной коронки. При этом неотрывность потока предполагает наименьшие гидравлические сопротивления в каналах коронки при достаточно высокой скорости омывания поверхностей коронки потоком.

Повысить скорость движения потока в циркуляционной системе коронки можно следующим образом:

- увеличением расхода очистного агента при сохранении геометрии промывочных каналов, как у серийных коронок, выпускаемых в настоящее время государственными и некоторыми акционерными компаниями;
- изменением числа, размеров и геометрической формы промывочных каналов при неизменном или даже пониженном расходе очистного агента.

Второй путь представляется более перспективным, так как подача меньшего количества очистного агента в скважину обуславливает использование менее металлоемких буровых насосов. Кроме того, при малых расходах очистного агента, движущегося в призабойной зоне и промывочных каналах коронки, снижается степень эрозионного воздействия потока, обогащенного шламом, на коронку и столбик керна, а значительное число мелких каналов

способствует более равномерному охлаждению как матрицы коронки, так и буровых алмазов.

Для оценки влияния изменения геометрии промывочных каналов на расход очистного агента можно использовать методику [3], основанную на учете гидравлической мощности потока очистного агента, подводимой к работающему на забое алмазному инструменту. Расчеты по этой методике показывают, что по мере износа матрицы коронки по высоте уменьшается величина эквивалентного диаметра каналов, и при поддержании расхода очистного агента на начальном уровне увеличивается скорость движения потока. При этом растет перепад давления в промывочных каналах. Но для обеспечения этого перепада на определенном приемлемом уровне следует снижать расход очистного агента (иногда в 2-5 раз) в зависимости от типоразмера коронки, но при этом интенсивность очистки коронки от шлама и ее охлаждение, согласно исследованию [4], не ухудшатся, если будет обеспечено безотрывное обтекание потоком поверхностей коронки. Этого можно достичь приданием промывочным каналам такой геометрической формы, при которой поток будет плавно изменять направление своего движения по каналам без образования зон завихрения и, как следствие, кавитации.

Явление кавитации возникает при разрыве сплошности потока очистного агента, что может иметь место при превышении критической скорости движения потока, возможном в случаях подачи на забой значительных объемов промывочной жидкости, как правило, более 50-60 л/мин. Разрывы сплошности потока наступают из-за невозможности прокачки через каналы коронки больших объемов промывочной жидкости. Эти разрывы заполняются газом и паром, образуя кавитационные пузырьки, которые схлопываются при попадании в области пониженного давления, а такие области могут возникать при поступлении в поток шлама, при использовании газожидкостных очистных агентов, при повышении скорости течения, распространении в потоке звуковых волн и т.п. Уменьшение размеров кавитационного пузырька вызывает повышение давления внутри него, и при схлопывании пузырька наблюдаются резкие всплески давления, во много раз превышающие фоновые его значения при бурении. При этом возникают ударные волны, могущие вызвать повышенный износ матрицы коронки в местах выхода потока из промывочных каналов, что было отмечено, в частности, в работах [5, 6]. Возникновению кавитации способствует повышение контактной температуры на забое, достигающей в некоторых случаях 600 °С и более [7].

Кавитация резко снижает плотность промывочной жидкости из-за насыщения ее воздушными включениями: для серийных коронок типов 02ИЗ или 22ИЗ плотность потока снижается от 700-770 кг/м³ при расходе промывочной жидкости 10 л/мин до 540-600 кг/м³ при 125 л/мин [6]. Установлено при этом, что изменение геометрии промывочных каналов в сторону увеличения их проходных сечений и снижение скорости движения потока ниже критического значения способствует снижению интенсивности процесса кавитации, отмеченному при испытаниях коронок типа БИТ, когда увеличение расхода жидкости от 10 до 125 л/мин соответствовало изменению плотности потока от

830 до 680 кг/м³. Поэтому направление, связанное с совершенствованием конструктивного исполнения коронок и технологии бурения ими, следует считать перспективным при создании коронок нового поколения.

В этом отношении интерес может вызвать непараллельное забоем пространственное положение части сектора матрицы, то есть создание конфузорного зазора между торцом сектора и забоем, получившего название "вязкий клин" (рис.1) и способствующего оптимизации гидродинамического воздействия потока промывочной жидкости на забой скважины и на режущую часть матрицы коронки [6].

Согласно исследованиям В.Ф.Чихоткина, оптимальные параметры "вязкого клина" изменяются в пределах: $a = 4,8 - 6,4$ мм; $l = 9,6 - 11,2$ мм; $\alpha = 22 - 32$ град (примерно 0,5 рад.). Близкие характеристики имеет коронка, разработанная в ИГО "Южказгеология" [8], испытания которой показали перспективность подобного конструктивного решения.

Поток промывочной жидкости при движении по каналам коронки должен иметь минимальное число изломов (резких изменений направления движения для снижения степени вихреобразования (турбулентности и кавитации), как об этом говорилось выше. Этому будет способствовать придание наклонов продольным каналам в матрице относительно оси коронки и торцевым каналам - относительно радиуса (рис. 2).

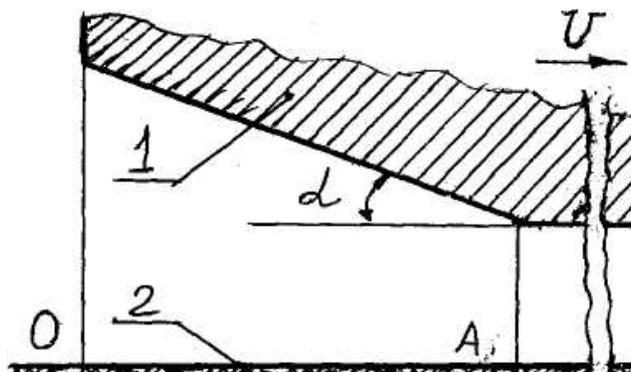


Рис.1. Зазор между торцом сектора матрицы коронки и забоем в виде "вязкого клина":

1 - сектор матрицы; 2 - забой скважины; a , l , α - параметры "вязкого клина"; \bar{v} - скорость перемещения коронки по забою скважины

Расположение промывочных каналов по указанной схеме обеспечивает снижение гидравлических сопротивлений в призабойной зоне с одновременным увеличением проходки за один оборот без изменения мощности буровых нас сов. Более того, наклонное положение продольных каналов на боковых поверхностях коронки делает ее своеобразным центробежным насосом, активизирующим циркуляцию промывочной жидкости.

Однако по этому поводу есть и другие мнения: например, П.С.Пушмин [9] предлагает направлять поток в каналах внутренней боковой поверхности матрицы в сторону, обратную перемещению коронки по забою скважины, полагая, что это будет способствовать снижению возможности заклинивания

керна частицами разрушенной породы, повышению степени очистки и охлаждения коронки, но это требует дополнительных исследований, в частности, связанных с интенсификацией проникновения промывочной жидкости в зону предразрушения породы и усилением эффекта Ребиндера. Более того, можно предположить, что движение потока по схеме Л.С.Пушмина будет вызывать повышенную турбулентность потока с усилением кавитации, с которой, как показано выше, необходимо бороться.

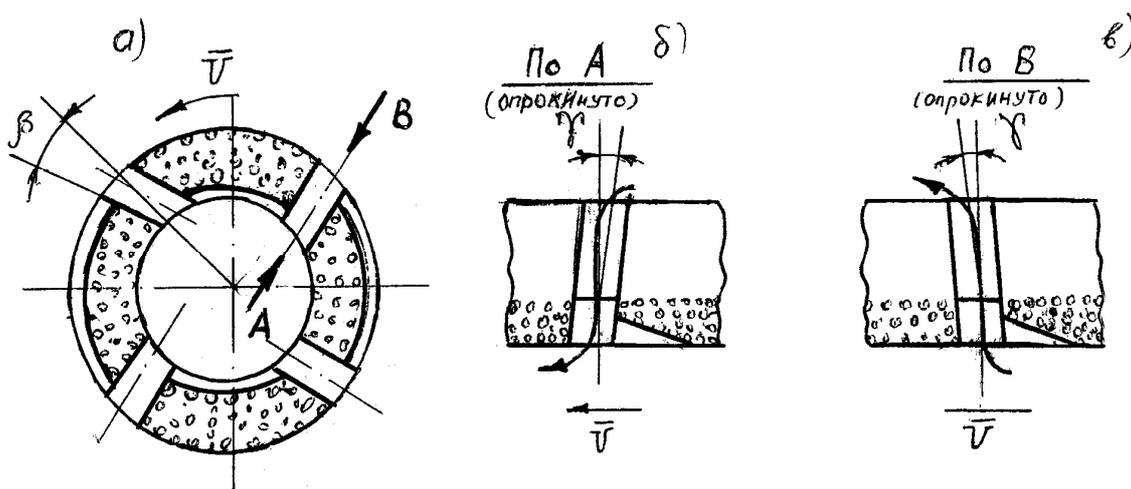


Рис. 2. Пространственное расположение промывочных каналов в матрице алмазной коронки нового поколения: а - вид на коронку с торцевой части матрицы; б - вид по стрелке А на внутреннюю поверхность матрицы; в - вид по стрелке В на внешнюю поверхность матрицы; β - угол между осями торцевых каналов и радиусом коронки; Γ - угол между вертикальной осью коронки и продольными каналами; γ - вектор перемещения коронки по забою скважины;



— направление движения потока промывочной жидкости

Как следует из рис.2, сектора матрицы смещаются от средней окружности коронки попеременно то к периферии, то к центру, образуя амплитудное расположение секторов с высвобождением полостей, заполняемых промывочной жидкостью на боковых поверхностях матрицы, которые, играя роль резервуаров для гидродинамической смазки трущихся поверхностей, способствуют снижению степени эрозионного воздействия потока на керн и тем самым создают возможность для повышения выхода последнего при бурении, что, кроме наших исследований, отмечено и в работе Ю.Е.Будюкова [10].

Активизировать поступление промывочной жидкости в призабойную зону возможно с помощью придания небольшого наклона дополнительным каналам в корпусе коронки на его поверхностях (внутренней и внешней). Эта конструктивная особенность реализована при создании алмазной коронки нового поколения 01АЗН-59 в Иркутском политехническом университете [11], испытания которой показали рост механической скорости бурения до 20 %.

Развитием представлений об определяющей роли циркуляционной системы коронки на эффективность ее работы следует считать выполнение

названной системы в виде упрощенного лопастного центробежного насоса, рабочим органом которого является сама вращающаяся коронка с промывочными каналами в матрице, выполненными таким образом, чтобы набегающие стороны каждого из каналов обеспечивали расширение канала в сторону движения жидкости [12]. При работе таких коронок жидкость движется одновременно и относительно торца матрицы, и относительно забоя скважины вместе с матрицей. В этом случае поток жидкости в призабойной зоне совершает вращательное движение благодаря контакту его с вращающейся колонковой трубой и импульсному обмену одной части потока, уже вошедшего в промывочные каналы, с другой его частью вне каналов, что и обеспечивает закручивание всего потока в процессе бурения.

Предлагаемая конструкция алмазной коронки позволит сохранить местную призабойную циркуляцию даже после прекращения подачи промывочной жидкости в течение определенного времени и тем самым предотвратить аварийную ситуацию и не способствовать нарушению экологического состояния буровой площадки на поверхности.

Список литературы

1. Ребиндер П.А., Щукин Е.Д. Поверхностные явления в твердых телах в процессах их деформации и разрушения // Успехи физических наук, 1972. - Т.108. - Вып.1.
2. Григорьян А.Т. Эволюция механики в России. – М.: Наука, 1967.
3. Повышение эффективности колонкового алмазного бурения / Б.И. Воздвиженский, Г.А. Воробьев, Л.К. Горшков и др. – М.: Недра, 1990.
4. Справочное руководство мастера геологоразведочного бурения / Г.А. Блинов, В.И. Васильев, Ю.В. Бакланов и др. – Л.: Недра, 1983.
5. Горшков Л.К., Яковлев А.А. Конструктивные особенности циркуляционной системы алмазной коронки нового поколения /Сб. научн. трудов Международной научно-практической конференции "Современные направления теоретических и прикладных исследований -2011", т.4. – Одесса, 2011.
6. Чихоткин В.Ф. Разработка основных положений процесса алмазного бурения с целью создания высокоэффективного алмазного породоразрушающего инструмента /Дисс. ... учен. степ. докт. техн. наук. - М.:МГГА, 1996.
7. Горшков Л.К., Гореликов В.Г. Температурные режимы алмазного бурения. – М.: Недра, 1992.
8. Горшков Д.К., Мендебаев Т.Н. Разведочное бурение с гидроизвлечением кернаприемника. – СПб.: Недра, 1994.
9. Пушмин П.С. Обоснование модели алмазной коронки на основе исследования механики разрушения твердых анизотропных пород /Дисс....учен.степ. канд. техн. наук. – Томск, 2006.
10. Будюков Ю.Е. Разработка научных основ проектирования специального алмазного породоразрушающего инструмента и технологии его применения /Дисс ... учен. степ. докт. техн. наук. – М.: МГГА, 2003.

11. Нескоромных В.В., Пушмин П.С., Пуревсурен Р. Алмазная буровая коронка. Пат. РФ, № 4908508. – Б.И., 2005, № 31.

12. Горшков. I.К., Мендебаев Т.Н., Прокопенко В.С. Буровая коронка. Пат РФ, № 2120021. – Б.И., 1998, № 28.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

О.А. Кожуховская

Черкасский государственный технологический университет,
Украина, г. Черкассы

Введение.

В экономике, финансах, некоторых технических и технологических системах распространены нестационарные процессы с изменяемой во времени дисперсией, которые получили название гетероскедастических.. Дисперсия и волатильность (стандартное отклонение) используются на финансовом рынке у системах поддержки принятия решений относительно выполнения торговых операций. При выполнении операций на финансовом рынке необходимо создавать математические модели для прогнозирования направления и уровня процессов ценообразования и их волатильности.

Модели гетероскедастических процессов.

Рассмотрим некоторые популярные модели условной дисперсии, которые применяются на практике для исследования финансовых процессов. Простой моделью условной дисперсии есть авторегрессионная условно гетероскедастическая модель порядка p (АРУГ(p)):

$$\varepsilon^2(k) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \varepsilon^2(k-i) + \nu(k), \quad (1)$$

где $\varepsilon^2(k)$ – квадраты остатков модели авторегрессии низкого порядка для основной переменной; $\nu(k)$ – ошибка модели в дискретный момент часу k (беспрерывный час t связанный с дискретным k через период дискретизации измерений: $t = k T_s$). Таким образом, для построения модели (1) необходимо вначале построить авторегрессионную модель для основной переменной, которая даст возможность выделить случайную составляющую $\varepsilon(k)$, которая формирует дисперсию процесса. Очевидным недостатком такой модели есть то, что она не учитывает влияние разнознаковых возбуждений на дисперсию. Кроме этого, на коэффициенты этой модели накладываются ограничения $\beta_i \geq 0, i=1, \dots, p$, для обеспечения положительности прогнозов дисперсии. Лучшие характеристики имеет обобщенная авторегрессионная условно гетероскедастическая модель (ОАРУГ(p, q)):

$$h(k) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \varepsilon^2(k-i) + \sum_{i=1}^q \alpha_i h(k-i) + \varepsilon_1(k),$$

где $\alpha, \beta, \gamma \geq 0$ (для того чтобы избежать появления отрицательных значений условных дисперсий). Величина $h(k)$ – это ряд значений условной дисперсии, рассчитанный, например, по методу скользящего окна, размер которого зависит от мощности основного ряда данных.

Заключение.

Полученная модель удобна в применении из-за простоты структуры; на основе этой модели можно вычислять удовлетворительные оценки краткосрочных прогнозов условной дисперсии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕПРЕРЫВНЫХ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ. НЕЧЕТКАЯ ПРОИЗВОДНАЯ

И.И. Терновых

Воронежский государственный институт,
г. Воронеж

Теория устойчивости занимает одно из самых важных мест в изучении топологических свойств функций. Согласно исследованиям Ляпунова, «классическая» теория устойчивости рассматривает точки равновесия систем и динамическое поведение системы вблизи этих точек. Однако характерным для этих понятий устойчивости является их принадлежность к конкретной модели рассматриваемой системы. Несмотря на важность такого подхода для инженерно-технической области, его практичность по отношению к системам, существующим в биологии, экономике и социологии следует поставить под сомнение. Основная проблема заключается в том, что подобные системы практически всегда находятся вне состояния равновесия, и претерпевают множество изменений, ведущих к отклонению от точки равновесия. Более того, даже если система имеет фиксированную структуру, её невозможно с точностью определить по причине неустойчивости в математической модели системы.

Такие аспекты равно важны в исследовании нечетких систем. Они играют дополнительные роли в анализе динамических систем. Таким образом, их желательно объединять, т.е. производить анализ поведения семейства кривых, образованных всеми моделями вблизи номинальной модели. Так как, помимо этого, некоторые модели представляют собой системы более точные, чем другие, эта проблема связана и с понятием нечётких систем.

Основываясь на теории нечетких систем Заде [4], данную работу можно рассматривать как попытку решения данной проблемы.

1. Предварительные условия, обозначения и преобразования.

Нечёткое подмножество [4] A множества X представлено функцией принадлежности

$\mu_A: X \rightarrow I = [0,1] \subset \mathbb{R}$. Семейство всех нечётких подмножеств X обозначено $\mathbf{P}(X)$.

α -срезом нечёткого подмножества A от X для $\alpha \in I - \{0\}$, является множество

$$A_\alpha = \{x \in X: \mu_A(x) \geq \alpha\}.$$

Пусть X – Банахово пространство. Динамическое поведение непрерывной нечёткой системы, чьё состояние во время t обозначается $x(t) \in \mathbf{P}(X)$ определяется дифференциальным уравнением

$$\dot{\mu}_{x(t)}(\varphi) = \bigvee_u [\mu_{x(t)} \boxtimes \mu_R(u, \varphi)], \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (1)$$

где R – нечёткое отношение на X (т.е. нечётком подмножестве X^2).

2. Нечёткая производная от вещественнозначной функции

Важнейшее средство для исследования инвариантности и устойчивости нечётких систем можно получить путём определения и изучения вещественнозначной функции, а так же исследования признаков её нечёткой производной.

Пусть $V: X \rightarrow \mathbb{R}$ – вещественнозначная функция в фазовом пространстве X .

Для начала предположим, что V – непрерывная. При условии, что нечёткая система определяется поведением системы f , рассмотрим нечёткое подмножество $DV(u)$ в X , определяя значение для всех $u \in X$, через

$$DV(u) = t^{-1} [V(f(u,t)) - V(u)],$$

где действия в $\mathbf{P}(X)$ производятся путём применения принципа расширения [32]. Нечёткое множество $DV(u)$ названо *нечёткой производной* от V в нечёткой системе f .

Так как V – непрерывная, а $f_\alpha(u,t)$ – компактное (а, соответственно, $\mu_{f(u,t)}$ – полунепрерывная сверху), α -срез $DV_\alpha(u)$ от $DV(u)$ может быть записан в виде

$$D_\alpha V(u) = t^{-1} [V(f_\alpha(u,t)) - V(u)].$$

Так как, помимо этого, для всех $z \in f_\alpha(u,t)$, существует такая α -кривая q_α , что $q_\alpha(u,t) = z$, $D_\alpha V(u)$ определяется через

$$D_\alpha V(u) =$$

то есть,

$$D_{\alpha}V(u) = \{ [(d^+ + (q_{\alpha}(u, t)))/dt] \mid t=0; [q_{\alpha}] \mid \alpha \in \Phi_{\alpha} \}.$$

Таким образом, $D_{\alpha}V(u)$ – семейство правых производных функции V на всей α -кривой проходящей через u , в начале координат.

Теперь расширим это определение для тех случаев, когда $V: X \rightarrow \mathbb{R}$

является не непрерывной, а полунепрерывной снизу.

В нарушении непрерывности существует, хотя сразу это и не очевидно, несколько преимуществ. Например, можно выбрать V в качестве функции метрики d .

Рассмотрим нечёткое подмножество $DV(u)$ в X определённое через

$$DV(u) = t^{-1} [V(f(u, t)) - V(u)].$$

Исходя из этого можно доказать, что

$$D_{\alpha}V(u) =$$

т.е., что $D_{\alpha}V(u)$ – множество правых нижних производных от V на всей α -кривой через u в начале координат.

Отмечаем, что если V является непрерывной, происходит объединение двух определений $DV(u)$.

Как для V -непрерывной, так и для V - полунепрерывной снизу, правая (нижняя) производная от V на всей α -кривой q_{α} через u будет так обозначена через $V^-(q_{\alpha}, u)$, что

$$D_{\alpha}V(u) = \{V^-(q, u); q_{\alpha} \in \Phi_{\alpha}\}.$$

Таким образом, через нахождение предельных производных решения нечеткого динамического уравнения предоставляют эффективный способ исследования асимптотического поведения нечеткой системы.

В дальнейшем будет выведена устойчивость по α – срезам нечеткой непрерывной динамической системы. Будет рассмотрен пример устойчивости и неустойчивости интегро-дифференциального уравнения с нечеткой логикой.

Список литературы

1. Glas M. Theory of fuzzy systems. // Fuzzy sets and systems. – 1983. – 10. – P. 65-77.

2. Е.В. Ивохин, С.О.Волчков. *Исследование динамики нечетких дискретных систем //System research & Information Technologies. – 2005. – 4. – P. 94 – 105.*

3. Леденева Т.М. *Обработка нечеткой информации. – Воронеж.: ВГУ, 2006. – 233 с.*

4. Zadeh A. Lotfi *Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process.// IEEE Transactions on systems, MAN, and Cybernetics, vol. smc – 3, № 1, January, 1973.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЛЕНОК СОСТАВА $Mg(Fe_{0.8}Al_{0.2})_2O_{4-\delta}$ НА КРЕМНИИ

А.А. Гераськин, М.Н.Смирнова, В.А. Кецко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук,
г. Москва

Известно, что увеличение скорости и передачи информации в современных микроэлектронных устройствах приближается к пределу, обусловленному принципиальными физическими ограничениями на дальнейшее уменьшение размеров активных элементов. В связи с этим для дальнейшего расширения возможностей электронных устройств необходим поиск и создание новых технологий, которые позволили бы обеспечить последующий прогресс в этой области науки и техники.

В качестве одного из наиболее перспективных решений указанной проблемы рассматривается спинтроника – область науки и техники, в которой не только заряд, но и спин электрона используется для приема, хранения и передачи информации. Важной чертой новых электронных устройств с точки зрения будущих технологий является их энергоэффективность. При их использовании отпадает необходимость в высоких плотностях тока, резко снижаются энергопотери и увеличивается скорость передачи сигнала.

В тоже время до последнего времени развитие работ в этой области знаний сдерживалось отсутствием гомогенных магнитных полупроводниковых материалов, сохраняющих спиновую ориентацию носителей заряда выше комнатных температур, совместимых в пленочном виде с известными коммерческими полупроводниками (Si, GaN и др.). Подавляющее большинство ранее известных полупроводниковых магнитных материалов характеризуются либо отсутствием магнитного упорядочения при комнатных температурах, либо представляют собой гетерофазные структуры. И только в последнее время, путем изоструктурного растворения в магнитной шпинели состава $MgFe_2O_4$ диэлектрической шпинели $MgGa_2O_4$, были получены искомые порошкообразные полупроводниковые магнитные материалы с температурой Кюри, заметно превышающие комнатную [1].

Оказалось, наиболее высокими функциональными характеристиками обладает твердый раствор состава $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})_2O_4$. Порошкообразный материал характеризуется полупроводниковым типом проводимости, температурой Кюри $180^{\circ}C$, коэрцитивной силой ~ 0.02 Тл, а также значением магнитного момента насыщения (M_s) ~ 28 $A \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$, превышающим величину M_s чистого феррита $MgFe_2O_4$ (~ 23 $A \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$). В последующем методом ионно-лучевого распыления были получены пленки $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})_2O_{4-\delta}$ на подложках из монокристаллического кремния [2,3]. Свеженанпыленные пленки характеризовались аморфной структурой. Последующая кристаллизация пленок происходила при температурах $950 - 1000^{\circ}C$. При этом с целью подавления процессов взаимодействия материала пленки с подложкой, на границу их раздела был распылен наноразмерный барьерный слой SiO_2 .

Как видно из рис.1, на котором представлен поперечный срез пленки $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$ толщиной $\sim 0,9$ мкм на Si, гетероструктура характеризуется наличием двух слоев – промежуточного мелкозернистого слоя и крупнокристаллического, формирующего рельеф пленки. Размеры кристаллитов лежащих на поверхности пленки составляют от 300 до 500 нм.

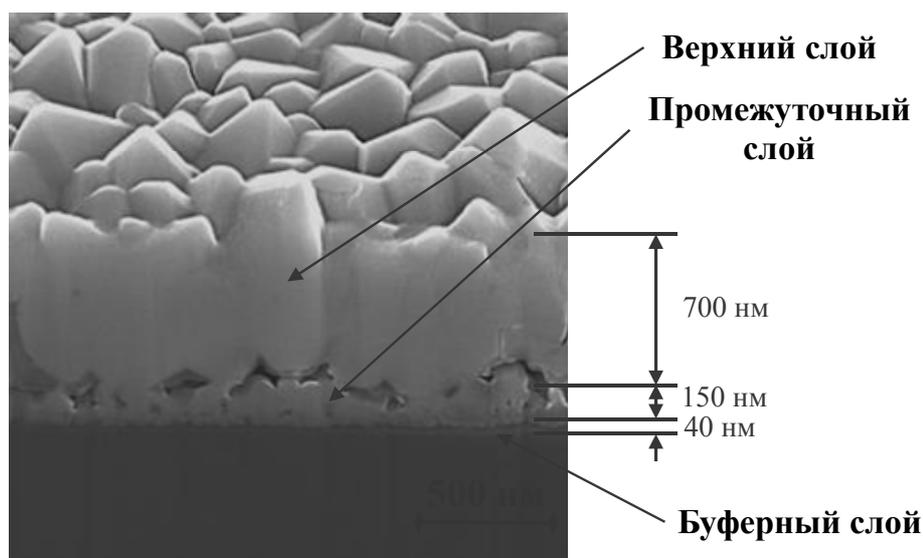


Рис.1. Поперечный рез пленки $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$ толщиной 0,9 мкм

Процесс кристаллизации пленки $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$ (MGFO) можно описать моделью, представленной на рис.2. Исходное состояние гетероструктуры - кристаллическая подложка кремния, на которой распылен аморфный буферный слой SiO_2 и аморфная пленка MGFO (рис.2а). В процессе изотермического отжига первоначально происходит рост зародышей и формирование кристаллитов на поверхности, а затем и в объеме пленки (рисунок 2б). При этом барьерный слой SiO_2 остается аморфным до тех пор, пока не начинается кристаллизация пленки $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$ на межфазной границе $SiO_2/Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$. По-видимому, достаточно высокая температура отжига гетероструктуры в совокупности с высокими давлениями на межфазной границе $SiO_2/Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$, вызванными механическими напряжениями в

пленке $Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$, создают благоприятные условия для кристаллизации барьерного слоя SiO_2 (рис.2в) в полиморфной модификации, обладающей кристаллической решеткой флюорита. Образование SiO_2 с решеткой флюорита связано с высокой плотностью напыленной аморфной пленки и, прежде всего, с кристаллографическим согласованием удвоенного параметра решетки SiO_2 с параметром решетки шпинели. То есть, в описанных условиях, кристаллизация барьерного слоя SiO_2 инициируется на межфазной границе $SiO_2/Mg(Fe_{0.8}Ga_{0.2})O_{4-\delta}$. При этом фронт кристаллизации слоя SiO_2 направлен вглубь гетероструктуры к кремниевой подложке (рис.2г).

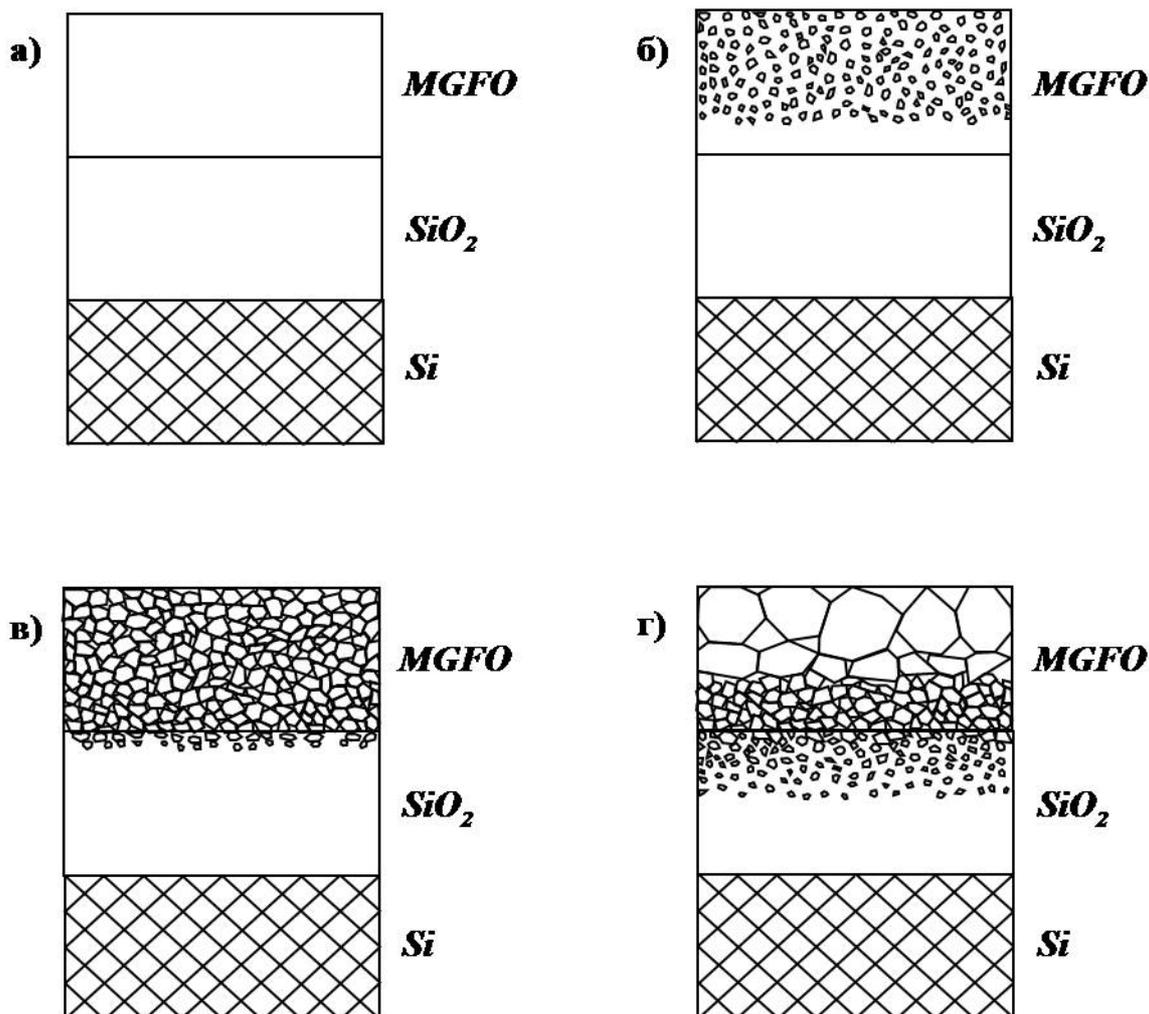


Рис. 2. Схематичное изображение процесса кристаллизации пленки MGFO

Список литературы

1. Нунан Г.Д., Стогний А.И., Кецко В.А. Оксидные ферромагнитные полупроводники: покрытия и пленки // Журнал Успехи химии 2012. - № 5. - с. 458–475.
2. Trukhanov A.V., Стогний А.И., Trukhanov S.V., Vasiliev A.N., Ketsko V.A. Structure, Magnetic and Magnetotransport Properties of $Mg(Fe_{0.8} Ga_{0.2})_2O_{4-\delta}$ Thin Films on Si Substrates. // Journal of Spintronics and Magnetic Nanomaterials. 2012. - Vol. 1. - P. 1–7.

3. А. В. Труханов, А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, С.В. Труханов, В.А. Кецко Синтез и структура пленок состава $Mg(Fe_{0.8} Ga_{0.2})_2O_{4-\delta}$ // Неорганич. материалы 2011. - Т.47. - № 9. - С.1128-1131.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Е.В. Найдёнов, И.В. Якименко
филиал ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске,
г. Смоленск

Система терморегуляции – устройство, выполняющее заявленные оператором функции контроля температурных параметров. Наибольший интерес сегодня представляют специализированные системы терморегуляции, необходимые для отраслей освоения космоса, биоинженерии, ядерных исследований и др. Как правило, они совмещают не только функции контроля температуры среды, но и ряда других смежных параметров: давления, влажности, уровня pH, необходимых в технологической среде применения – системы комплексного контроля параметров окружающей среды (СКК ПОС).

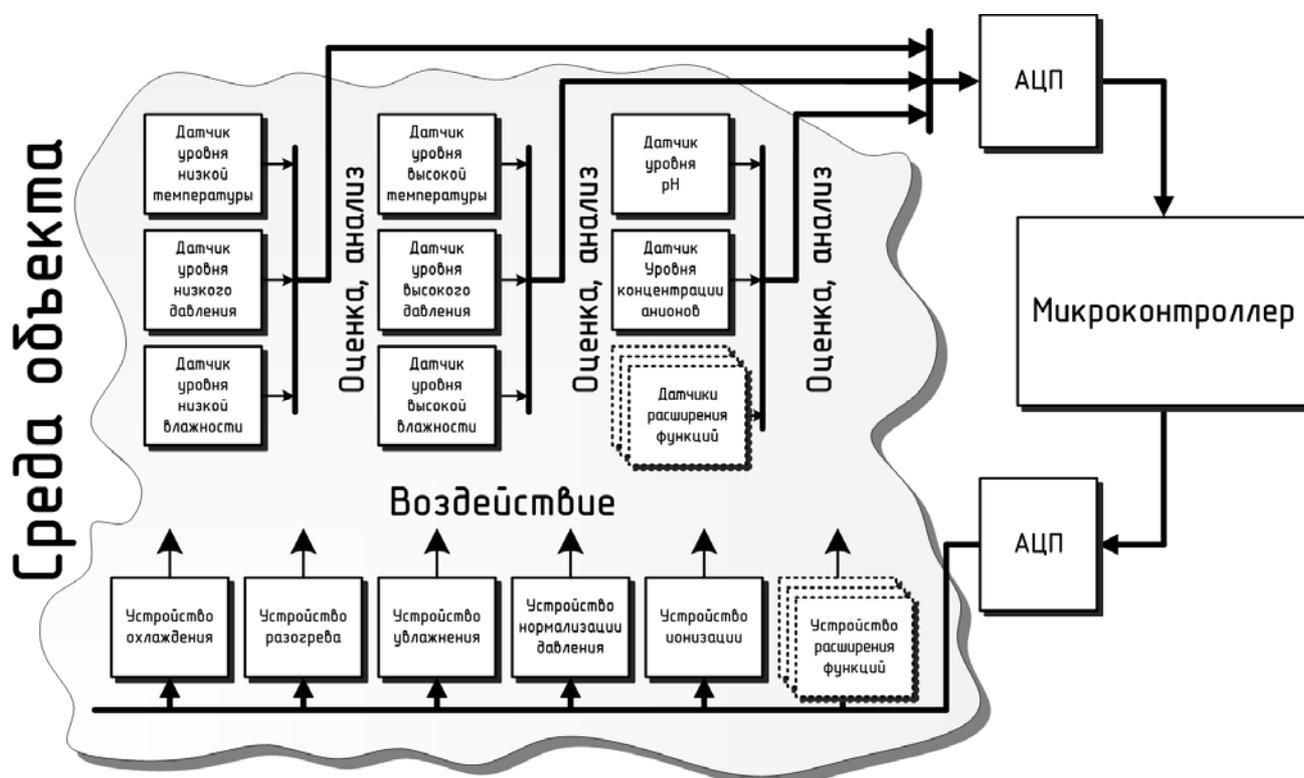


Рис. 1 Структура универсальной СКК ПОС

Как было выявлено при анализе, современные СКК ПОС не имеют единой внутренней архитектуры устройства, на основе которой можно было бы

спроектировать требуемую систему контроля для любых задач контроля параметров технологического объекта. Сегодня, для каждого конкретного объекта разработка такой системы с заданным набором функций ведётся индивидуально. Таким образом, разработка универсальной СКК ПОС является актуальной технической задачей. В работе предложена структура исследуемой СКК ПОС (рис. 1), описан алгоритм её функционирования. Проведено имитационное моделирование в среде Matlab&Simulink R2013a, которое доказало работоспособность алгоритма. Таким образом, предложенная структура алгоритма может быть использована для проектирования сложных СКК ПОС с заданным набором функций.

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА АДИАБАТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ С ТОНКИМ СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА, РАБОТАЮЩИХ В АВТОТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Т.Н. Гартман, Е.А. Проскуро, Ф.С. Советин

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

Адиабатические реакторы, работающие в автотермических режимах, так называемые автотермические реакторы давно используются в технологии основного органического и нефтехимического синтеза (например, в процессе получения синтез-газа из метана, процесс окислительной конверсии метана в этилен и т. д.). Как правило, в таких реакторах катализатор помещен тонким слоем в полый сосуд с коническим днищем, при этом сначала протекают экзотермические, а затем эндотермические реакции.

Работа [1] посвящена разработке аппаратурно-технологического оформления процесса окислительной конденсации метана, разработана математическая модель реактора с тонким слоем катализатора в предположении идеального вытеснения по газу и полного смешения по теплу.

Однако вопрос разработки алгоритма расчёта адиабатических реакторов с тонким слоем катализатора, работающих в автотермических режимах для произвольных кинетических схем реакций требует дополнительного исследования.

Авторы работ [2-3] предложили процедуру комбинирования стандартных расчётных модулей комплекса моделирующих программ CHEMCAD для моделирования автотермических реакторов, но, к сожалению, применение данной процедуры для решения задач параметрической идентификации – нахождения кинетических констант химических реакций не представляется возможным.

Нами предлагается алгоритм расчёта адиабатических реакторов с тонким слоем катализатора, работающих в автотермических режимах для произвольных кинетических схем реакций, который до сих пор не исследован.

В соответствии с предложенным алгоритмом, сначала моделируются процессы в зоне протекания экзотермических реакций, а затем – в зоне протекания эндотермических реакций. Математическое описание автотермического реактора с тонким слоем катализатора имеет следующий вид (в предположении идеального вытеснения по газу и полного смешения по теплу):

1. Математическое описание процесса в зоне протекания экзотермических реакций:

а) Уравнения покомпонентных балансов изменения мольных расходов компонентов по массе катализатора

$$\frac{dn_i}{dm_k} = g_i^R; (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\frac{dN}{dm_k} = \sum_{i=1}^m g_i^R;$$

где n_i – мольный расход i -го компонента;

m – количество компонентов;

N – общий мольный расход;

g_i – скорость реакции по i -ому компоненту (локальная интенсивность источника компонента в потоке).

Начальные условия: $n_i(0) = n_i^{(0)}$ ($i = 1, 2, \dots, m$); $N(0) = N^{(0)}$.

б) Уравнение теплового баланса

$$N^{(0)} c_p^{(0)} T^{(0)} - N^I c_{pl}^{cp} T + M_k^R \Delta q_{cpI}^R + Q_I = 0$$

где $c_p^{(0)}$ – теплоемкость на входе;

c_{pl}^{cp} – средняя теплоемкость потока в зоне протекания экзотермических реакций;

$T^{(0)}$ – температура;

M_k^R – часть массы катализатора, на которой протекают экзотермические реакции.

Δq_{cpI}^R – средняя локальная интенсивность источника тепла за счёт химической реакции, в зоне экзотермических реакций.

Решив часть системы уравнений математического описания, определяются мольные расходы компонентов $n_i^{(1)}$ ($i = 1, 2, \dots, m$); и $N^{(1)}$ в зоне окончания протекания экзотермических реакций и начала протекания эндотермических реакций, а также по уравнению теплового баланса рассчитывается тепло, которое необходимо отвести из зоны протекания экзотермических (реакций):

$$Q_I = N^I c_p^{cp} T - N^{(0)} c_p^{(0)} T^{(0)} - M_k^R \Delta q_{cp}^R.$$

Тепло, отводимое из зоны протекания экзотермических реакций полностью направляется для подогрева зоны протекания эндотермических реакций $Q_{II} = -Q_I$

2. Математическое описание процесса в зоне протекания эндотермических реакций:

а) Уравнения покомпонентных балансов

$$\frac{dn_i}{dm_k} = g_i^R \quad (i = 1, 2, \dots, m);$$

$$\frac{dN}{dm_k} = \sum_{i=1}^m g_i^R;$$

Начальные условия: $n_i(0) = n_i^I$; $N(0) = N^I$ ($i = 1, 2, \dots, m$).

б) Уравнение теплового баланса

$$N^I c_{pl}^{cp} T - N^II c_{pII}^{cp} T + (M_k - M_k^R) \Delta q_{cpII}^R + Q_{II} = 0$$

c_{pII}^{cp} – средняя теплоемкость потока в зоне протекания эндотермических реакций;

Δq_{cpII}^R – средняя локальная интенсивность источника тепла за счёт химической реакции, в зоне эндотермических реакций.

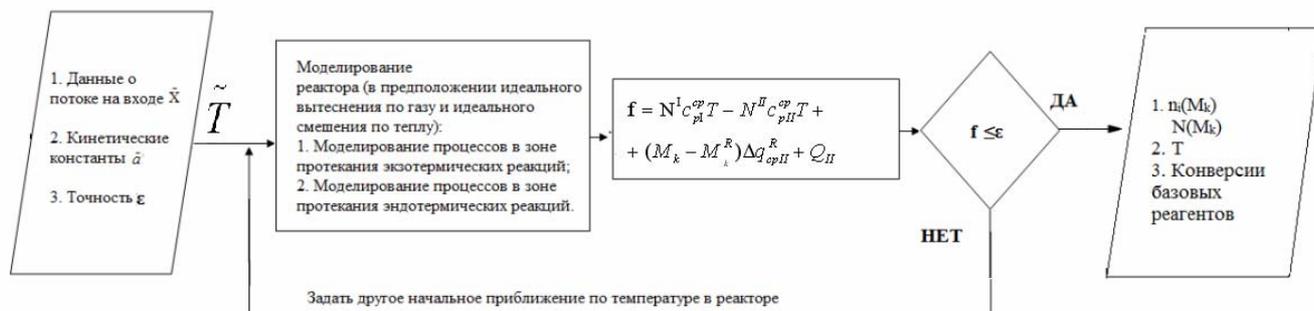
Решив системы уравнений математического описания, определяются следующие расчётные значения выходных переменных: $n_i(M_k)$; $N(M_k)$.

Температура в реакторе T определяется нахождением нуля функции

$$f = N^I c_{pl}^{cp} T - N^II c_{pII}^{cp} T + (M_k - M_k^R) \Delta q_{cpII}^R + Q_{II}$$

методом половинного деления.

Блок-схема алгоритма расчёта адиабатических реакторов с тонким слоем катализатора, работающих в автотермических режимах изображена на рисунке.



Блок-схема алгоритма расчёта адиабатических реакторов с тонким слоем катализатора, работающих в автотермических режимах

Особенность предложенного алгоритма заключается в том, что в расчете используется средние температуры зон протекания экзотермических и эндотермических реакций, а также то, что он может быть применён для нахождения кинетических констант химических реакций.

Правомочность применения разработанного алгоритма подтверждена на примере расчёта процесса кислородно-углекислотной конверсии метана в синтез-газ.

Список литературы

1. Магомедова М.В. Аппаратурно-технологическое оформление процесса окислительной конденсации метана на $LiWMn/SiO_2$ катализаторе / Магомедова М. В./ Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 05.17.08. Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова.- М. 2011.

2. Советин Ф.С. Логико-вычислительные процедуры разработки блочных компьютерных моделей реакторных и ректификационных процессов / Советин Ф.С., Гартман Т.Н. - Известия ТулГУ. Технические науки, 2011. - Вып. 5. - Ч. 3. - С. 277–282.

3. Гартман Т.Н. Опыт применения программы CHEMCAD для моделирования реакторных процессов / Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Новикова Д.К./ Теоретические основы химической технологии, 2000. – Т. 43. - № 6. - С. 702-712.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗОВ 9-ОКСО-2Е-ДЕЦЕНОВОЙ КИСЛОТЫ

И.В. Вакулин, Р.Ф. Талипов, Р.Р. Саяхов, Е.А. Матвеев,
Р.Р. Салахутдинов, Г.И. Исламова
Башкирский государственный университет
г. Уфа

При выборе схем синтеза практически ценных соединений актуальна возможность количественной оценки их эффективности. Нами предлагается метод количественной оценки химических превращений по следующей формуле:

$E = STR * Y * OP * \Delta T * \Delta P * t_p$ где:

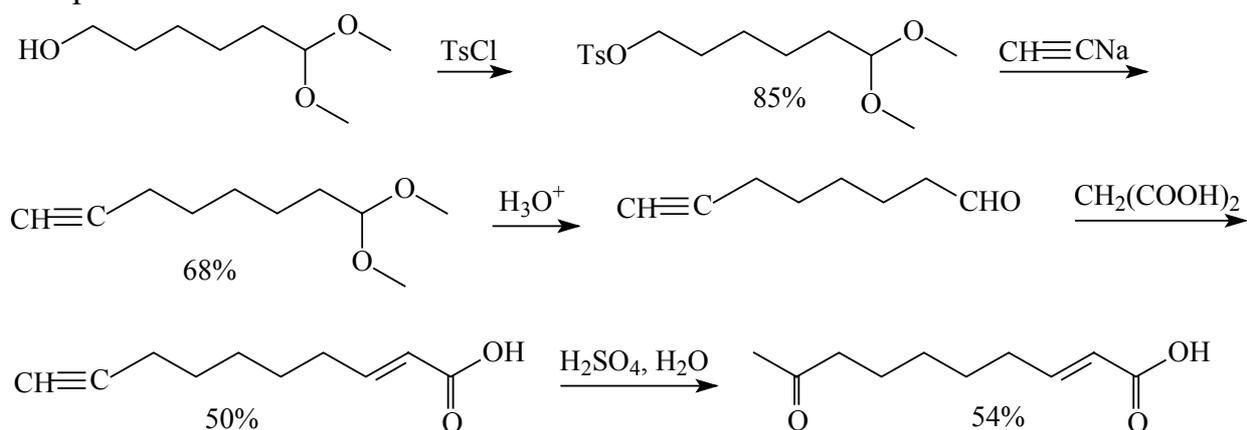
- STR – изменение структурной сложности от субстрата к продукту по Берцу;
- Y – суммарный выход конечного продукта
- OP – энантиомерная чистота
- ΔT – приведенный интервал температур, в котором осуществляется схема
- ΔP – приведенный интервал давлений, в котором осуществляется схема
- t_p – «нормированное» время стадии

Структурная сложность субстратов и 9-оксо-2Е-деценовой кислоты определялась по Берцу с использованием теории графов. Остальные величины определены в долях 1. В качестве примера нами сравнивалась эффективность четырех схем синтеза 9-оксо-2Е-деценовой кислоты - феромона медоносной пчелы. Результаты расчетов приведены в таблице

Расчетная эффективность схем синтезов 9-оксо-2Е-деценовой кислоты

Схема	STR	Y	OP	ΔT	ΔP	t _p	E
1 Изв.АН СССР, сер.хим., 443(1981)	43,90	0,066	0,5	0,698	1	0,105	<u>0,008</u>
2 ХПС, 632(1986)	38,91	0,245	0,5	0,674	1	0,045	<u>0,018</u>
3 ЖОрХ, 4, 667 (1971)	68,56	0,156	0,5	0,604	1	0,500	<u>0,040</u>
4 ЖОрХ, 7, 51 (1971)	87,61	0,226	0,5	0,772	1	0,086	<u>0,008</u>

По расчетам наиболее эффективной является схема 3, описываемая следующей последовательность превращений, что совпадает с заключением эксперта:



ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИЗАЙНА ВЭБ-САЙТА

М.И. Корзина¹, А.А. Лысенко², В. А. Лысенко³, И.С. Майоров¹,
П.Ю. Сальникова³

¹ САФУ имени М.В. Ломоносова, Кафедра КД, г. Архангельск

² СПГУТД, кафедра НВКМ имени А.И. Меоса, г. Санкт-Петербург

³ Центр электронных ресурсов и технологий, г. Санкт-Петербург

К настоящему времени разработано достаточно много моделей и методов проектирования, как в области создания высокохудожественных объектов, так и технически сложных объектов. В результате анализа наиболее значимых моделей проектирования (дизайна), в работе [1] сделан вывод, что все они обладают индивидуальными чертами, а также характеризуются и набором общих свойств. Основным недостатком большинства моделей проектирования является то, что они охватывают не полный жизненный цикл проектируемого объекта.

Для обобщения существующих знаний была создана универсальная модель, называемая «информационная модель дизайна (системного проектирования)» [2,3]. Согласно данной модели, проектирование (дизайн) как процесс и технологию творческого создания объектов дизайна (ОД), можно

моделировать по принципу системы с обратными связями.

Этапы проектирования и существования вэб-сайтов согласно информационной модели дизайна (системного проектирования):

- 1 Определение потребностей
- 2 Постановка цели
- 3 Формализация описания (дизайн сайта)
- 4 Материальное изготовление сайта
- 5 Сравнение прототипа
с образом сайта
- 6 Создание сайта
- 7 Жизнь сайта
- 8 Утилизация

Данная модель апробирована в проекте «Информационный ресурс секции «Информационные технологии в дизайне» международной конференции «Региональная информатика».

Список литературы

1 Корзина М.И., Лысенко В.А., Гурьев А.Т. Модели дизайна: история и тренды. – Санкт-Петербург: «Материалы.Дизайн.Технология.», №1(20), 2012.

2 В.А. Лысенко. Информационная модель дизайна. Региональная информатика-2008 (РИ-2008). XI Санкт-Петербургская международная конференция. С-Петербург, 22-24 октября 2008 г.: Труды конференции \ СПОИСУ. – СПб, 2009. – 316 с. ISBN 978-5-904030-11-7.

3 В.А. Лысенко. Информационная модель дизайна. // Презентация на XI Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика-2008 (РИ-2008)», Санкт-Петербург, 22 - 24 октября 2008 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://umk-itd.sutd.ru/index.php/publicacii>. (Дата обращения: 01.04.2011).

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ ЦЕОЛИТОВ В МНОГОЦИКЛОВЫХ ПРОЦЕССАХ

Н.А. Самойлов

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа

В ходе промышленной эксплуатации цеолитов в процессах осушки и разделения органических веществ практически всегда наблюдается дезактивация адсорбентов, которая приводит к снижению поглощающей способности сорбента и снижению производительности установки по очищаемому сырью или к снижению глубины извлечения сорбируемых примесей из сырья. Основной причиной дезактивации являются каталитические процессы, в результате которых десорбируемый в ходе высокотемпературной

регенерации цеолитов адсорбат подвергается реакциям поликонденсации, полимеризации с образованием крупных молекул, не проходящих в окна структурных единиц – полостей цеолитов. Без учета дезактивации невозможно качественное проектирование сорбционных процессов. В связи с этим была выполнена разработка математических моделей дезактивации для различных специфических дезактивационных процессов, в частности, для тривиальной дезактивации, когда в ходе каталитического процесса участвуют все активные центры поверхности адсорбента занятые молекулами адсорбата, потенциально участвующими в каталитическом процессе, и для пролонгированной дезактивации, когда лишь часть активных центров поверхности адсорбента занята молекулами адсорбата, потенциально участвующими в каталитическом процессе. В границах разработанной феноменологической теории рассмотрены:

- метод расчета молекулярных площадок адсорбированных молекул;
- механизмы каталитической дезактивации цеолитов и инвариант подобия дезактивации для идентификации механизма дезактивации в конкретных ситуациях;
- полная модель тривиальной дезактивации;
- ряд приближенных моделей тривиальной дезактивации, отличающихся видом функции распределения каталитически активных участков поверхности сорбента по суммарной дезактивируемой поверхности адсорбента при этом средняя доля дезактивации поверхности рассматривалась как константа или в виде гиперболической и логарифмической зависимости ее от числа циклов работы адсорбента;
- модель пролонгированной дезактивации цеолитов;
- модель дезактивации цеолитов в псевдоднепрерывном процессе.

Величина доли дезактивации определяется в ходе математической обработки экспериментальных данных для начального участка многоциклового процесса. Расчет 14 процессов осушки, очистки и разделения углеводородов в паровой и жидкой фазах показал, что во всех случаях наблюдалось приемлемое соответствие поведения моделей и контрольных объектов.

МОДЕЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФТОРИДНЫХ РАСПЛАВОВ

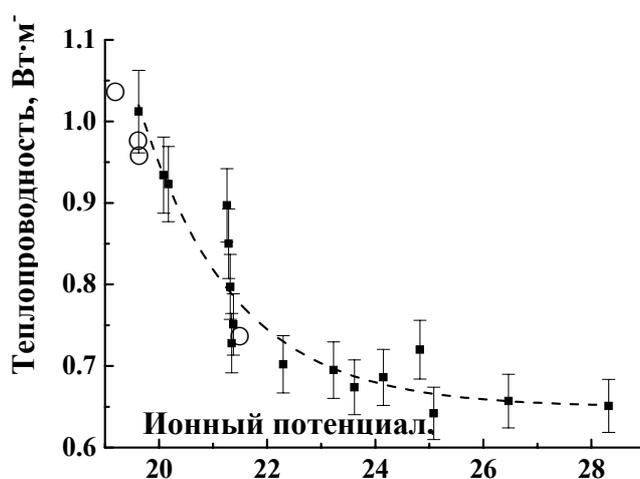
В.А. Хохлов¹, И.В. Корзун¹, В.Н. Докутович¹, А.А. Омельчук², Р.Н. Савчук²,
Ю.П. Зайков¹, А.Е. Дедюхин¹

¹Институт высокотемпературной электрохимии,
Россия, г. Екатеринбург

²Институт общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского,
Украина, г. Киев

Для разработки ядерных энергетических устройств (жидкосолевых реакторов) нового поколения необходима всесторонняя информация о расплавленных солевых системах, которые рассматриваются в качестве перспективных топлив и теплоносителей [1]. Однако надежных экспериментальных данных по физическим и химическим свойствам многих подходящих по ядерным характеристикам солевых расплавов, содержащих фториды лития, натрия, бериллия, циркония, урана и тория, недостаточно из-за их высокой коррозионной активности по отношению к конструкционным материалам измерительных приборов. Возможность оценить теплофизические свойства (вязкость, теплоемкость, теплопроводность) подходящих для ядерных реакторов многокомпонентных фторидных расплавов, плавящихся при температурах от 700 до 1000 К, используя сведения о свойствах индивидуальных солей или их бинарных смесей весьма ограничена из-за отсутствия исходных данных [2,3]. Удобное для использования и удовлетворительно описывающее опытные величины эмпирическое уравнение, связывающее теплофизические свойства расплавов с не требующей экспериментального определения молекулярной массой фторидных композиций найдено только для мало меняющейся с температурой теплоемкости [5]. Для свойств переноса (вязкого течения и теплопроводности), весьма чувствительных к реальному ионному составу многокомпонентных солевых смесей, подобная закономерность не соблюдается, поскольку она плохо отражает сложную структуру расплавов, содержащих наряду с элементарными ионами (Li^+ , Na^+ и др.) комплексные группировки типа $\text{MF}_x^{(x-z)-}$, образованные катионами поливалентных металлов М (Be, Zr, U, Th и др.) с номинальным зарядом z , которые принимают участие в передаче импульса и тепла как самостоятельные частицы. Прочность и концентрация этих комплексных группировок зависит как от числа x и пространственной координации лигандов – ионов фтора, так и от энергии их взаимодействия с окружающими частицами, как правило, ионами щелочных металлов. Аналогичные структурные особенности свойственны также фторидным расплавам, используемым в качестве электролитов алюминиевого производства. Их теплофизические свойства изучены гораздо полнее [5]. Многие свойства (вязкость, электропроводность, теплопроводность) солевых расплавов могут быть удовлетворительно оценены по их эффективным ионным потенциалам $\mu_a = \sum N_i \cdot z_i \cdot r_i^{-1}$, где N_i , z_i , и r_i – мольная доля i -компонента

солевой смеси, номинальный заряд и кристаллохимический радиус составляющих их ионов. Ионный потенциал солевой среды является удобным параметром, адекватно описывающим взаимодействие между компонентами солевых смесей, определяющее их структуру и влияющее на их физические и химические свойства. Это можно видеть (см. рисунок) на примере корреляции между средним потенциалом катионов многокомпонентных фторидных смесей, содержащих LiF, NaF, BeF₂, MgF₂, CaF₂, AlF₃, ZrF₄, и ThF₄ и теплопроводностью их расплавов при 1000 К, измеренной стационарным методом коаксиальных цилиндров [4]. Кружками отмечены опытные значения теплопроводности расплавленных эвтектических смесей 0.78LiF-0.22ThF₄, 0.70LiF-0.08CaF₂-0.22ThF₄, 0.55LiF-0.22NaF-0.23ZrF₄ и 0.07LiF-0.64NaF-0.29BeF₂, представляющих практический интерес для жидкосолевых реакторов.



Соотношение между эффективным ионным потенциалом катионов двух- и трехкомпонентных фторидных расплавов

Список литературы

1. Игнатъев В.В., Фейнберг О.С., Загнитько А.В. и др. Жидкосолевые реакторы: новые возможности и решения/ Атомная энергия, 2012, т. 112, № 3, с. 135-143.
2. Khokhlov V., Afonichkin V., Ignatiev V. Evaluating physical properties of molten salt reactor fluoride mixtures/ J. Fluorine Chem., 2009, vol. 130, p. 30-37.
3. Beneš O., Konings R.J.M. Molten Salt Reactor Fuel and Coolant/ Comprehensive Nuclear Materials, 2012, vol. 3, p. 359-389.
4. Khokhlov V., Korzun I., Dokutovich V., Filatov E. Heat capacity and thermal conductivity of molten ternary lithium, sodium, potassium, and zirconium fluorides mixtures/ J. Nucl. Mat., 2011, vol. 410, p. 32-38.
5. Khokhlov V., Filatov E., Solheim A., Thonstad J. Thermal Conductivity in Cryolytic Melts – New Data and Its Influence on Heat Transfer in Aluminum Cells/ Proc. 127 TMS Annual Meeting, 1998, p. 501-506.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований и Национальной академией наук Украины (проект № 12-03-90412-Укр_а).

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СИМУЛЯЦИИ ПОЛЕТА ГРУППЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

И.В. Тявкин

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет
культуры и искусств»,
Тамбовский филиал
г. Тамбов

Существующие авиа-симуляторы позволяют обучать, тренировать и переподготавливать летный состав военно-воздушных сил [1,2]. В таких системах пилот управляет виртуальным летательным аппаратом, выполняет определенные задания, чтобы развить навыки профессионального управления летательным аппаратом: выполнять маневры на виртуальном летательном аппарате любое количество раз; исправлять допущенные ошибки; опробовать различные варианты выполнения маневра при разных условиях; отрабатывать комплекс своих действий при разных нештатных ситуациях и т.д. [3].

Все существующие авиа-симуляторы не позволяют демонстрировать полет группы летательных аппаратов, которые выполняют различные фигуры пилотажа. Группа летательных аппаратов может выполнять как одну, так и несколько (следующих друг за другом) фигур пилотажа. Этим обусловлена актуальность разработки системы симуляции полета группы летательных аппаратов.

Концептуальная модель разработанной информационной системы симуляции полета группы летательных аппаратов представлена на рисунке 1.

Информационная система состоит из подсистем:

- 1) «Редактирование траекторий полета» – создает и редактирует траектории полета летательного аппарата (групп аппаратов);
- 2) «Визуализация полета летательного аппарата (группы аппаратов)» – визуализирует полет летательного аппарата (группы аппаратов) по заданной траектории с возможностью отслеживания хода полета из любой точки в виртуальном пространстве компьютера;
- 3) «Поиск в информационно-поисковой системе» – выдает на запрос пользователя текстовую, графическую, звуковую и видеоинформацию;
- 4) «Хранилище данных» – отвечает за размещение баз данных на физическом носителе и разграничение прав доступа к ним; организацию файловой системы хранения разных типов файлов, используемых другими подсистемами.

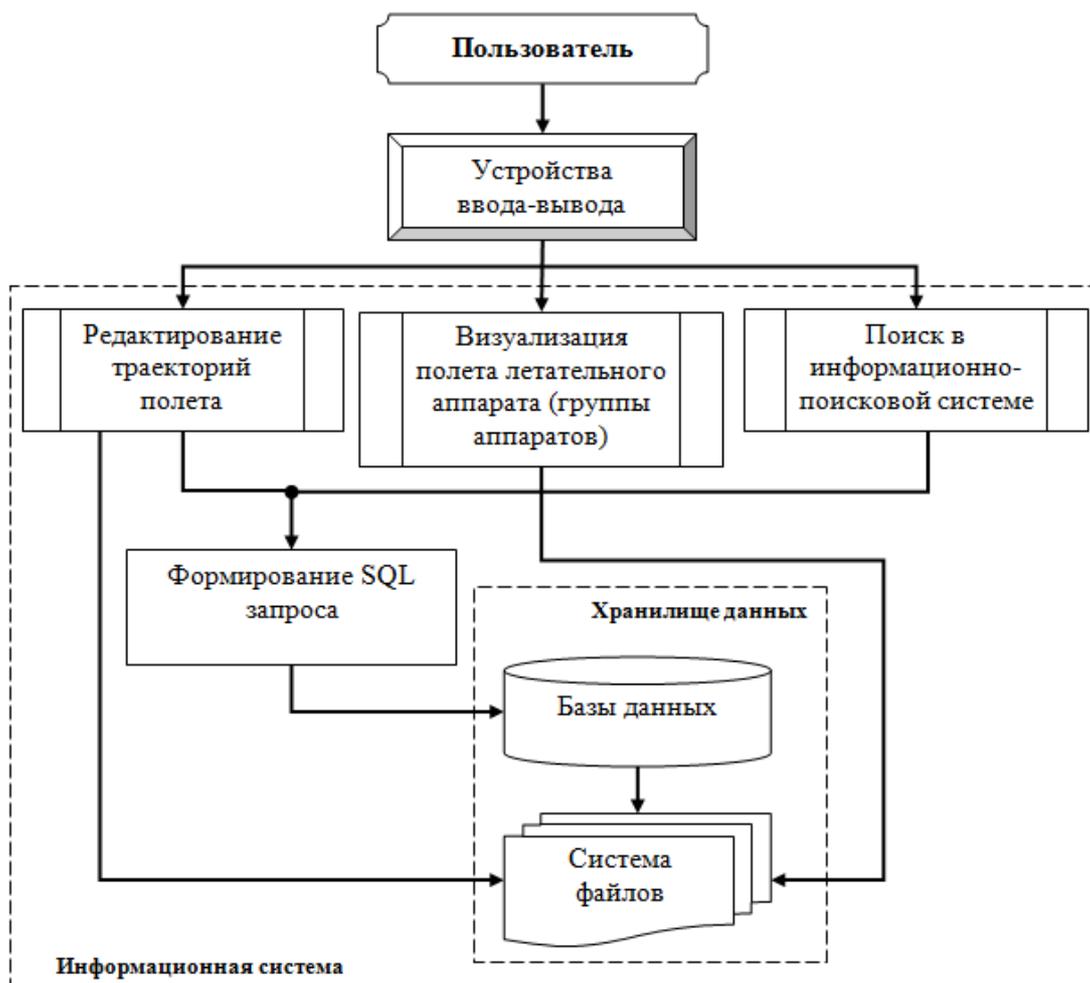


Рис. 1. Концептуальная модель информационной системы

Разработанная информационная система относится к типу систем поддержки принятия решения пользователями [4-5]. Пользователями проектируемой информационной системы является летный состав военно-воздушных сил гражданской авиации. Цель информационной системы – используя начальные условия, построить траекторию полета летательного аппарата (группы аппаратов) с последующей визуализацией в трехмерном пространстве компьютера. Траектория полета описывает одну или комплекс взаимосвязанных фигур пилотажа [6-7].

Информационная система симуляции полета группы летательных аппаратов реализована на объектно-ориентированном языке программирования C#, с использованием XNA Game studio 3.1. Реализация баз данных осуществлена в системе управления базами данных Microsoft Access. Пользовательский интерфейс информационной системы симуляции полета группы летательных аппаратов включает следующие элементы: кнопки, надписи и графические изображения (рисунок 2).



Рис. 2. Интерфейс информационной системы

В левой области окна информационной системы расположены кнопки:

1. «Групповой пилотаж» - запуск подсистемы визуализации полета летательного аппарата (группы аппаратов);
2. «Информационно-поисковая система» - запуск подсистемы поиска информации в базах данных информационной системы;
3. «База данных» - добавление, редактирование и удаление записей из баз данных информационной системы;
4. «Редактор траекторий полета» - запуск подсистемы создания и редактирования траекторий полета летательного аппарата (группы аппаратов);
5. «Настройки» - параметры экрана (разрешение и полноэкранный режим);
6. «Помощь» - информация по работе в информационной системе;
7. «О программе» - информация об информационной системе;
8. «Выход» - завершение работе с информационной системой.

В качестве фона использовано изображение двух истребителей, летящих на допустимом расстоянии друг от друга.

Достоинством системы является то, что она позволяет создавать траектории полета и потом осуществлять их просмотр без затрат на топливо и другие ресурсы. Эта система наглядно демонстрирует то, как может группа летательных аппаратов выполнить фигуру пилотажа при различных условиях без прямого участия пилотов в пилотировании летательных аппаратов. Используя информационную систему, можно избежать ошибок в пилотировании группы летательных аппаратов и сохранить жизни пилотам. Аналогов такой системы нами пока не обнаружено.

Список литературы

1. *Иранский авиатренажер для подготовки пилотов F-14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://imp-navigator.livejournal.com/112263.html>. – Загл. с экрана.*
2. *Eurocopter открыл первый авиатренажер в Латинской Америке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://liveguns.ru/node/1005>. – Загл. с экрана.*
3. *Официальный сайт симулятора <http://www.lockon.ru>.*
4. *Ларичев, О.И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О.И. Ларичев, А.В. Петровский // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНТИ, 1987. – С. 131–164.*
5. *Holsapple, C.W. Decision Support Systems: A Knowledge-based Approach / C.W. Holsapple, A.V. Whinston. – Minneapolis: West Publishing Co., 1996.*
6. *Лысенко, Н.М. Аэродинамика и динамика полета маневренных самолетов / Н.М. Лысенко. – М. Военное издательство, 1984. – 542 с.*
7. *Тявкин, И.В. База данных для хранения параметров выполнения фигур пилотажа / И.В. Тявкин // Современные наукоемкие технологии. – 2011. - №10. – С.32-33.*

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

КОМПЬЮТЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКЕ

Ю.Н. Пушилина

Тульский государственный университет,
г. Тула

На сегодняшний день в основе современного отношения к обоснованию дальнейшего развития науки и техники лежит информационный подход, раскрывающий и исследующий новые информационные отношения: внутренние - между элементами системы и внешние - с окружающей средой.

В современном мире информация становится главным потенциалом научно-технического и социально-экономического развития общества. С информационных позиций сегодня рассматривается круг решаемых и нерешенных проблем физики, медицины, химии, социологии, культуры, строительства и других сфер и отраслей науки и техники.

Оптимальное управление социальными, природными и космическими процессами – есть умение перерабатывать информацию, которой можно воспользоваться для решения многих задач.

Информационные процессы в природе и обществе составляют основу жизни и развития цивилизации. Информационные взаимосвязи прослеживаются в физических, биологических, химических процессах.

Информационная основа - важная составляющая сферы строительства. Каждый строительный объект имеет свой жизненный цикл, который включает в себя этапы проектирования, подготовки производства и возведения объекта, его последующей эксплуатации, одной или нескольких модернизаций и возможной ликвидации объекта. При этом каждый из этапов может быть разделен на отдельные стадии, фазы и другие модули, имеющие количественные и качественные параметры и характеристики. Именно такой подход позволяет достаточно адекватно моделировать создание объекта в виде строительного производственного процесса, имеющего иерархическую структуру.

Организация информационного пространства объекта, поэтапно формируемая в процессе его жизненного цикла, требует значительных затрат, сопоставимых со стоимостью материальных ресурсов на строительство самого объекта. Однако, как показывает анализ строительной практики, альтернативы такому подходу нет - информатизация строительного комплекса становится одним из главных элементов научно-технологического развития отрасли.

Список литературы

1. *Пушилина Ю.Н. Закономерности и принципы организации строительного производства // Материалы VIII Межд. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. - ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. - Т.2. - С.102-105.*
2. <http://old.stroi.mos.ru/nauka/d27dr42m5.htm>.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

Ю.Н. Пушилина
Тулский государственный университет,
г. Тула

Развитие автоматизированных систем управления строительством происходит с 1970 года в три этапа: на основе больших ЭВМ и вычислительных центров, персональных ЭВМ и автоматизированных рабочих мест (АРМ), планшетных компьютеров с использованием интернет.

Блок информации, задействованный в процессе управления, становится определяющим ресурсом, таким же, как финансирование, материальное обеспечение и т.п. Вместе с тем организационно – технический уровень производства должен соответствовать необходимости решения задач во времени и пространстве, обеспечивающих непрерывность и устойчивость производственных процессов.

Порядок и содержание выполнения предпроектных работ, ведения проектирования и строительства определены регламентом, который включает в себя предпроектные работы, проектирование и ведение строительного-монтажных работ (СМР) (Таблица).

Порядок оформления документации

Предпроектные работы	
1	Оформление правоустанавливающих документов на земельный участок
2	Определение потребности в строительстве
3	Получение технических условий с оформлением договоров на технологическое присоединение, согласование с муниципальными службами города
4	Подготовка и утверждение задания на проектирование
5	Составление максимальной начальной стоимости проектных работ
6	Проведение конкурса на проектные работы
7	Оформление градостроительного плана (архитектурно -планировочное задание, инженерно-техническое задание)
Проектирование	
1	Согласование проектно-сметной документации (ПСД)
2	Главгосэкспертиза
3	Ведомственная экспертиза
4	Составление максимальной начальной стоимости проектно-исследовательских работ
5	Оформление земельного участка
Ведение строительства	
1	Получение разрешения на строительство
2	Извещение в надзорные органы РГСН (Российский градостроительный надзор, отдел РТН, ФСБ)
3	Начало строительства

Решение комплекса задач, связанных с организацией, возможен посредством следующего набора автоматизированных рабочих мест по следующим направлениям: «Стратегия», «Договор», «Юрист», «График», «Смета», «Анализ», «Склад», «Контроль», «Проект», «Оплата», «Кадры».

Применение автоматизированных рабочих мест в строительстве при инновационном развитии формирует систему управления информационных потоков (СУИП). В основе СУИП лежит модель отображения потоков информации в процессе осуществления различных видов деятельности. По каналам реализации, в интересах центрального события отображающего главную цель организационно-технологической системы, информация поступает от периферии к центру. Степень детализации контролируемого потока зависит от уровней, на которых возможна реализация информации или ее получения. Каждый уровень контролируется как с точки зрения важности,

объема, скорости поступления и передачи информации, так и с учетом формирования стратегического и тактического поведения. В любой точке контроля может задаваться желаемая, возможная или достижимая цель в виде объема, выраженного в физических, временных, денежных или других требуемых и легко контролируемых единицах.

Модель технологической системы, активизирующей контроль за любыми потоками информации, приведена на рис.2.

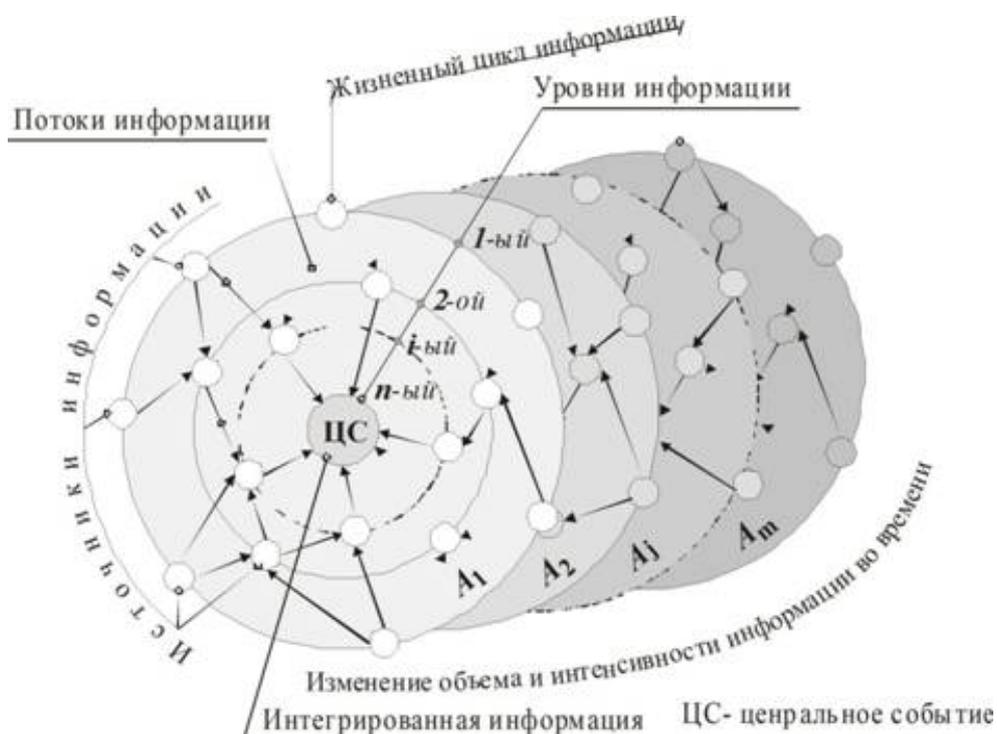


Рис.2 Система информационной технологии, активизирующая функцию контроля (СИТАФК)

В точках и уровнях контроля назначаются ответственные исполнители, которые несут всю полноту ответственности за своевременные получения, обработку и передачу необходимой информации; ее объем, точность, возможность и сроки исполнения, допустимые отклонения. Следовательно, такая система является обратной связью и позволяет своевременно реагировать на отклонения, снижающие возможность достижения главной цели в намеченные сроки. Вся информация расчленяется на главную, основную (предшествующую и последующую) второстепенную, вспомогательную и помехи. В зависимости от этого организуется последовательность ее обработки, и, следовательно, формируется технология оперативного управления производством или любыми другими процессами.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Применение современных информационных технологий в экологии // Приоритетные направления развития науки и

технологий. Книга I. Всерос. научно-технич. конф. в 2 кн./ Под общей ред. чл. корр. РАН В.П. Мешалкина. – М.; Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – С.34-36.

2. <http://www.ivdon.ru/>

3. <http://base.garant.ru/12138258/9/>

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

П.П. Долгих

Красноярский государственный аграрный университет,

г. Красноярск

Е.И. Зайцева, Н.А. Челондаев, С.А. Гузев

Ачинский филиал Красноярского государственного университета,

г. Ачинск

Правильный выбор конструктивных параметров обеспечивает надежную работу теплоутилизаторов в животноводческих помещениях.

Дальнейшее развитие сельскохозяйственной техники будет характеризоваться еще более интенсивным использованием средств и методов автоматизации, информатизации и робототехнических комплексов, в связи с тем, что мировой уровень механизации основных процессов в полеводстве и животноводстве приближается к 100 %.

Целью моделирования является построение модели режимов работы климатических установок в животноводческих помещениях для снижения энергозатрат.

Анализ показал, что в настоящее время разработаны различные энергосберегающие методы и оборудование, средства для их реализации при обеспечении оптимального микроклимата на фермах крупного рогатого скота. Часть этого оборудования требует совершенствования и проверки эффективности использования в практических условиях [1].

Однако, внедрение энергосберегающих методов и оборудования сдерживается отсутствием программного продукта, который бы обеспечивал управление микроклиматом при помощи вычислительной и микропроцессорной техники.

Целью проведения расчета тепловлажностного баланса животноводческого помещения с системой обеспечения микроклимата на базе утилизации теплоты выбросного воздуха является определение дополнительного количества теплоты на обеспечение требуемых параметров микроклимата при определенных объемно-планировочных и конструктивных решениях с учетом тепловозврата от теплоутилизационных установок [2].

Минимально требуемое количество теплоутилизаторов для конкретного помещения определяется в зависимости от вида теплоутилизаторов и требуемого воздухообмена при максимальной расчетной температуре наружного воздуха для отопительного периода.

При понижении температуры наружного воздуха ниже расчетной может быть уменьшено количество работающих утилизаторов, либо снижена воздухоподача регулируемых приточных вентиляторов теплоутилизационных установок.

При уменьшении воздухоподдачи приточных вентиляторов теплоутилизационных установок в животноводческих помещениях должен обеспечиваться воздушный баланс по притоку и вытяжке за счет применения рециркуляции выбросного воздуха, прошедшего тепловую обработку в утилизаторе.

Потребность в дополнительном тепле может быть реализована с помощью воздухоподогревателей (водяных или электрокалориферов), встроенных в конструкцию теплоутилизаторов, либо с помощью предусматриваемых тепловентиляционных установок, работающих на рециркуляционном воздухе, либо с помощью приборов местного отопления (регистров, электродвигателей и других нагревательных приборов).

При этом максимальный энергосберегающий эффект возможен за счет учета при расчете теплового баланса по методике [2] теплопритоков от электротехнологического оборудования, обеспечивающего производственные процессы внутри животноводческих помещений, помимо электрического нагрева (электродвигатели, электроклапаны, осветительные установки).

Если учесть, что осветительное электрооборудование находится внутри рабочего объема помещения, то следует учитывать теплопритоки за счет конвекции и теплопроводности, поэтому принимают, что

$$Q_{осв} = P_{осв}, \quad (1)$$

где $P_{осв}$ - суммарная электрическая мощность осветительных установок, Вт.

Теплопритоки от электродвигателей вентиляторов, насосов, навозоуборочных транспортеров и прочего оборудования, находящегося внутри рабочего объема определяется по формуле:

$$Q_{об} = \left(\frac{1-\eta}{\eta} \right) \cdot P, \quad (2)$$

где P - мощность электродвигателей, Вт; η - КПД двигателей.

Теплопритоки от электрооборудования (КИП, соленоиды и т.д.) принимают равными их установленной мощности.

Современные животноводческие комплексы представляют собой сложные технологические системы с высоким показателем удельной установленной мощности электрооборудования на квадратный метр помещения. Если рассматривать, например, типовой коровник на 200 голов площадью 2800 м² с установленной мощностью электрооборудования 138 кВт, то в среднем согласно приведенным выше формулам можно учитывать, что удельная тепловая мощность теплопритоков от электротехнологического оборудования может приниматься равной удельной электрической мощности работающего электрооборудования с учетом коэффициента загрузки, т.е. 50 Вт·м⁻².

Еще одним немаловажным фактором для расчета потребляемой мощности является применение LED –ламп. Что касается достоинств светодиодных лампочек (led ламп) — в первую очередь, это, конечно, экономия электроэнергии, о чём уже было сказано. Лишь малая часть энергии тратится на выделение тепла, в отличие от старых добрых ламп накаливания, которые просто выкидывали в окружающую среду большую часть потребляемой энергии. Во вторую очередь, это минимальные размеры, что также играет не последнюю роль; это её, в-третьих, 100 %-ая экологичность (в отличие от всех видов люминесцентных ламп, которым нужна специальная утилизация).

Окончательный выбор тепловентиляционного оборудования для СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха должен производиться на основе результатов вариантных расчетов тепловлажностных балансов с учетом различной степени утепления зданий и его отдельных элементов, эффективности теплоутилизаторов различного типа, мощности и эффективности средств дополнительного подогрева.

Облегчить вопросы реализации энергоэффективных режимов может информационная система по расчету и выбору системы обеспечения микроклимата для животноводческого помещения, напрямую работающая с частотно- регулируемым электроприводом. Такая система разрабатывается студентами и преподавателями Ачинского филиала ФГБОУ ВПО КрасГАУ на языке C# - компилируемом статически типизированном языке программирования общего назначения.

АИС по расчету и выбору системы обеспечения микроклимата для помещения коровника должна иметь множество входной информации для заполнения справочников (таблиц базы данных ИС). Выходные документы представляют собой файлы отчетов с расширением .txt.. Некоторые из таких отчетов печатаются по мере необходимости, а другие ежедневно. Документами, печатающимися ежедневно, считаются: диаграммы работы теплоутилизаторов. Архив результатов изначально создается для хранения промежуточной информации, появившейся при работе прикладной программы - таблиц или файлов баз данных расчета теплового баланса, имеющих расширение .mdb. Подразумевается, что при работе с АИС возможно будет извлечь данные или графики за определенный период времени и проанализировать течение рабочего процесса.

Созданное программное изделие имеет доступный интерфейс, независимо от среды программирования, обеспечивает ввод и вывод данных, совместимо с современными версиями операционных систем семейства Windows, содержит помощь пользователю. Кроме того, программный продукт обеспечивает:

- работу с различными входными данными;
- корректность и точность вводимых данных;
- простоту в использовании;
- графическое представление результатов работы;
- открытость для дополнения другими функциями
- сохранение результатов расчета автономно от программы.

В процессе проектирования было выделено несколько функционально-однородных модулей, которые позволяют, в свою очередь, выделить множество отдельных операций, которые целесообразно объединить по функционально-однородному признаку в несколько подсистем.

Разработанная информационная система включает следующие модули (подсистемы):

- а) справочник «Теплоутилизаторы»,
- б) диаграммы,
- в) расчет теплотерь через ограждение, на испарение влаги, с вентиляцией, количества теплоты, выделяемой животными,
- г) ввод-вывод данных,
- д) расчет энергопотребления,
- е) формирование отчета,
- ж) справка.

Рабочая форма предполагает проведение расчета теплового баланса помещения при использовании различных материалов для внутренней поверхности стен и покрытий, при различной геометрии здания.

Аналогичным образом осуществляется построение диаграмм и графиков.

На основании физических взаимосвязей была составлена адекватная математическая модель регулирования микроклимата в животноводческих помещениях.

На основании этой модели разработано программное приложение для имитации регулирования систем микроклимата и выработки управляющих воздействий, поддерживающих температуру и влажность воздуха в животноводческом помещении на оптимальном уровне. Прикладная программа выполнена в виде имитационной системы, позволяющей специалистам в режиме непосредственного диалога с ПЭВМ рассчитывать возможные последствия принимаемых решений, анализировать результаты.

Список литературы

1. *Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор 01.01.2004.*
2. *Рекомендации по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха (http://snipov.net/c_4696_snip_111315.html).*

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМОВАНИЯ НИТЕЙ ИЗ РАСПЛАВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ НАМОТКИ

А.Л. Калабин, Е.В. Удалов

Тверской государственной технической университет,
г. Тверь

Особенности элонгационного течения тонких неизотермических струй расплавов и растворов полимеров заключаются в сопутствующих ему сложных физико-химических процессах, в значительной степени инициируемых явлениями диффузии и теплопереноса. При охлаждении расплава полимера из-за теплообмена с окружающей средой существенно увеличивается его вязкость (на два и более порядков) и могут начаться процессы стеклования или кристаллизации. Для растворов полимеров при гелеобразовании, существенно зависящего от процессов тепло-массопереноса, вязкость системы увеличивается на порядок. Увеличение вязкости, а также ее изменения при течении расплавов и растворов полимеров, которые являются неньютоновскими жидкостями, существенно влияют на характеристики движения. Однако неравномерность течения при растяжении и, как следствие, изменение радиуса струи безусловно влияют на взаимодействие струи со средой движения и интенсивность протекания всех процессов. Все вышесказанное свидетельствует о необходимости взаимосвязанного рассмотрения комплекса одновременно действующих физико-химических факторов при элонгационном течении.

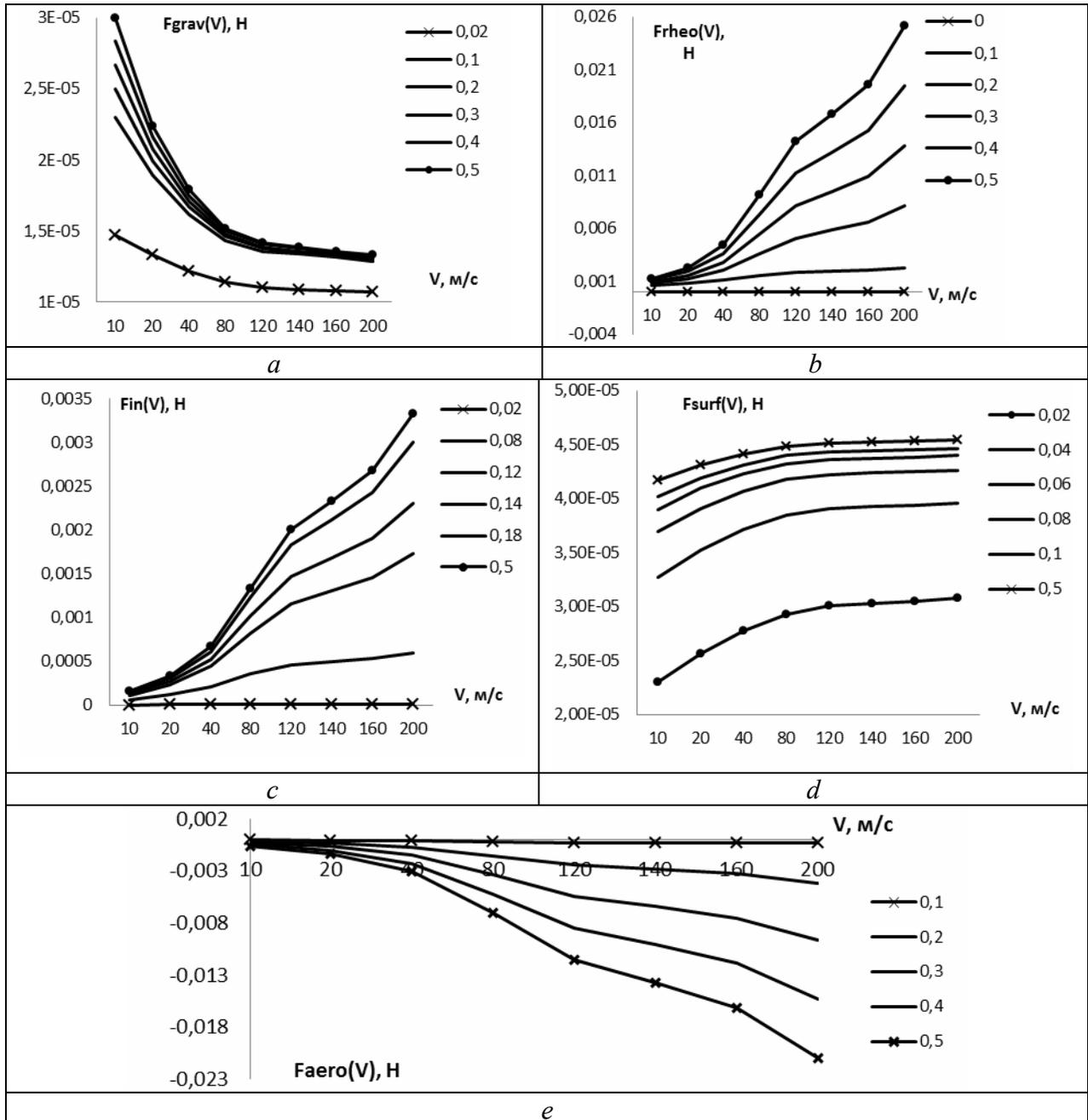
Основной практической задачей, в которой используются результаты изучения элонгационного течения струй расплавов и растворов полимеров, является производство химических волокон.

Растяжение струй расплавов и растворов полимеров лежит в основе формирования химических волокон. В работе [1] описывается подход к математическому представлению формирования химических волокон на основе редукции общих уравнений движений гидродинамики. В итоге выводится уравнение баланса сил, действующих на волокно. Из этого уравнения получают одномерное уравнение движения, которое с уравнением теплообмена представляют связанную систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Эта система является базовой системой уравнений описания стационарного элонгационного течения неизотермической струи расплава полимера.

Распределение температуры по длине нити влияет на ее продольную вязкость и, соответственно, на ее скорость. Вместе с тем скорость нити связана с распределением температуры через коэффициент теплоотдачи. Следует отметить, что возможно только численное решение этой системы уравнений из-за ее существенной нелинейности.

Целью данной работы – исследование зависимостей сил, действующих на струю полимера в процессе формирования, от скоростей его намотки, диапазон изменения которых от 10 м/с до 200 м/с на всем протяжении участка

формования. Именно сумма сил определяет изменение радиуса нити, возникновение и величину зоны деформации, в которой формируется структура нити. Структура в значительной степени определяет свойства волокна.



Зависимость сил от конечной скорости намотки V_f на различных расстояниях до наматывающего устройства: $a-F_{grav}$; $b-F_{rheo}$; $c-F_{surf}$; $d-F_{in}$; $e-F_{aero}$.

Для расчета сил решалась система обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений с использованием программного комплекса Constructor [2,3]. Для моделирования использовались свойства расплава полипропилена и значения параметров процесса из литературы, указанной в [3]. Для каждой силы были рассчитаны ее численные значения на различном расстоянии от фильеры до наматывающего устройства, а также при различных

скоростях намотки. Расстояние от фильеры до наматывающего устройства (ось x , направлена от фильеры до наматывающего устройства) – от 0 до 0,5 м.

Зависимости сил от скоростей намотки V_f на фиксированных расстояниях до наматывающего устройства представлены на рисунке.

Все силы, кроме силы тяжести, увеличиваются по модулю с ростом скорости намотки. Значительно увеличилась инерционная сила, которая обычно привлекается при рассмотрении движения материальных тел в неинерциальной системе отсчёта, численно равная произведению массы m материальной точки на её ускорение a и направленная противоположно ускорению. Ее величина связана ускорением, т.е. разностью скоростей, что обуславливает увеличение при росте скорости намотки.

Количественное соотношение сил, при различных конечных скоростях формования, представлены в таблице.

Значения сил при $x=0,5$ м при различных скоростях намотки

$V_f, \text{ м/с}$	$F_{hreo}, \text{ Н}$	$F_{grav}, \text{ Н}$	$F_{aero}, \text{ Н}$	$F_{in}, \text{ Н}$	$F_{surf}, \text{ Н}$
10	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$-5,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
200	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$-2,1 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$

При малых скоростях намотки (~ 10 м/с) наибольший вклад вносит сила $F_{hreo} = 1,2 \cdot 10^{-3}$ Н. Она на один-два порядка больше остальных сил. Наименьший вклад делает сила $F_{grav} = 3,0 \cdot 10^{-5}$ Н.

На высоких скоростях (~ 200 м/с) наибольший вклад вносят силы F_{hreo} и F_{aero} . Они примерно равны: $2,5 \cdot 10^{-2}$ Н и $2,1 \cdot 10^{-2}$ Н соответственно. Наименьший – сила $F_{grav} = 1,3 \cdot 10^{-5}$ Н. Сила F_{hreo} увеличивается с ростом скорости намотки из-за возрастающего растягивающего напряжения, действующего на струю, пропорционально скорости.

Сила F_{aero} определяется сопротивлением трения при движении струи в окружающей среде и пропорциональна скорости намотки.

Возрастание F_{in} до некоторого установившегося значения обусловлено ускорением жидкости от некоторой скорости экструзии V_0 с параболически-радиальным распределением до некоторой скорости V с уже другим распределением по радиусу.

Сила F_{surf} пропорциональна поверхностному натяжению между струей и окружающей средой. Поверхность струи меняется незначительно как вдоль оси x , так и с ростом скорости.

Список литературы

1. Зябицкий А. Теоретические основы формования волокон. - М.: Химия, 1979.-504 с. (Ziabicki A. Fundamentals of Fibre Formation. John Wiley & Sons, 1976.)
2. Калабин А.Л., Керницкий А.В., Пакшвер Э.А. // "Программные продукты и системы". № 1, 2008 – 34-36 с.
3. Калабин А.Л //Химические волокна.--2005.-№2.- С. 52-54.

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Медведев, В.Ф. Первушин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика

М.Ф. Решетнёва,

г. Красноярск

Введение.

Использование математических моделей в современном мире является привычной практикой для решения различных задач возникающих на этапах проектирования, тестирования и управления различного рода технологическим оборудованием и производственными агрегатами. Реже математические модели используются в описании процессов и явлений в экономике, биологии, химии и других областях деятельности человека, в которых процесс построения матю моделей является более затруднительным, чем в технике по множеству причин. Таким образом, сегодня, пожалуй, не найдется человека, который ещё не ощутил на себе, осознано или не осознано, изменения окружающего мира, одним из оснований которых служат математические модели.

Начиная от фундаментальных законов, преподаваемых в школах и заканчивая программно-аппаратными комплексами управления сложным оборудованием, математические модели служат человечеству и помогают познавать окружающий нас мир, в значительной степени экономить ресурсы, будь то финансовые, временные, и другие типы ресурсов. Мат. модели служат основой для алгоритмов, строящих метеорологические прогнозы и прогнозы котировок, модели используются для проведения тестов и испытаний с дорогостоящими или опасными объектами и сооружениями, также они используются при управлении всевозможными процессами, будь то производственная линия или организационная структура предприятия.

Априорная информация.

В данной работе приводятся методы, и результаты численного применения этих методов, а также выводы, относящиеся к ним, позволяющие строить модели процессов и объектов, при определенных предположениях об этих объектах и при наличии определенной априорной информации.

Подходя ближе к математической постановке задачи, следует остановиться на вопросе, касающемся уровня априорной информации об объекте моделирования. Подробнее об уровнях априорной информации читатель может ознакомиться в монографии [1]. В данной работе предполагается наличие относительно небольшого объема информации об объекте относящее исследуемый объект к системам с непараметрической неопределенностью. Иначе говоря, предполагается, что исследователь располагает только сведениями о качественных характеристиках объекта (линейность, динамичность, стационарность и т.п.) а также имеет возможность проведения активных экспериментов с этим объектом для изучения

зависимостей описывающих объект. Такой подход относительно редко встречается в классических теориях моделирования и идентификации, при этом он позволяет описывать объекты в условиях, намного чаще встречающихся в прикладных задачах. Существенным отличием непараметрического подхода к идентификации (в «широком» смысле) объектов от параметрической идентификации (в «узком» смысле) является существенное снижение влияния результатов определения структуры модели на качество этапа идентификации.

Постановка задачи.

В работе рассматриваются объекты, которые несущественно отличаются по своим свойствам от идеализированных линейных динамических объектов, другими словами данные объекты можно отнести к классу линейных динамических, что означает, что их выходная реакция на линейную комбинацию входных стимулов удовлетворительно описывается линейной комбинацией выходных сигналов (рис.1); кроме этого приставка «динамический» (иногда используют термин «объект с памятью» [1]) означает, что выходная реакция объекта в определенный момент времени в значительной степени зависит от выходной реакции объекта в предыдущие моменты времени. Схематично представим задачу идентификации на нижеследующем рисунке:

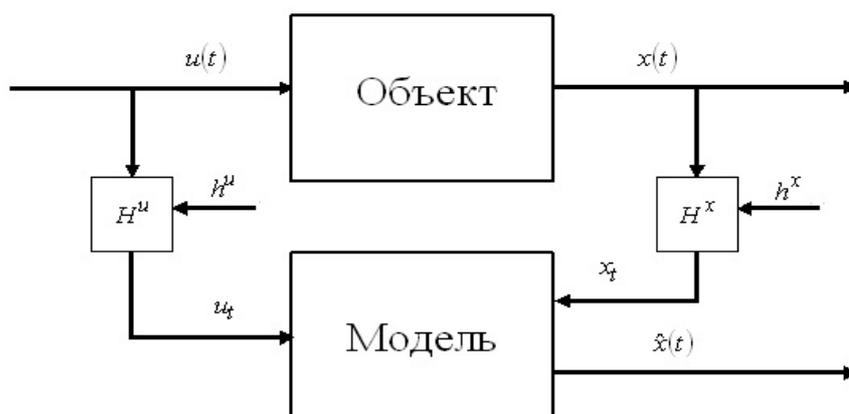


Рис.1. Схема идентификации

где $u(t)$ - входное воздействие на объект; $x(t)$ - выходная реакция объекта на входное воздействие (в общем случае $u(t)$ и $x(t)$ могут обозначать набор переменных); под объектом понимается некоторый оператор, описывающий связи внутри объекта между входом и выходом; H^u , H^x - каналы связи соответствующие различным переменным; h^u , h^x - случайные помехи в каналах связи; u_t и x_t - измерения $u(t)$ и $x(t)$ соответственно в момент времени t , $\hat{x}(t)$ - выходная реакция модели объекта.

Так, постановка задачи изучаемой в данной работе звучит следующим образом: пусть исследуемый объект относится к классу линейных динамических стационарных объектов. Также, существует возможность проведения активных экспериментов с объектом и фиксации результатов этих экспериментов в виде выборок значений входных и выходных сигналов объекта

$\{(u_t, x_t), t=1, \dots, s\}$, где (u_t, x_t) - пара значений (в общем случае векторов значений) входного и выходного сигналов соответственно в момент времени t , s - объем полученной выборки. Учитывается воздействие случайных помех в каналах связи h^u , h^x с неизвестными законами распределения. Требуется на основании имеющейся информации построить модель реакции объекта $\hat{x}(t)$, удовлетворяющую критерию качества $Q(x(t), \hat{x}(t))$.

Критерий качества модели отражает насколько качественно описаны интересующие исследователя свойства объекта. В нашем случае, предлагается использовать среднеквадратическую ошибку моделирования выходной реакции объекта (1), а для относительной оценки качества модели среднюю абсолютную относительную ошибку моделирования выходной реакции объекта (2).

$$Q_1 = \frac{1}{s} \sum_{t=1}^s (x_t - \hat{x}_t)^2, \quad (1)$$

$$Q_2 = \frac{1}{s} \sum_{t=1}^s \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| * 100\%, \quad (2)$$

где \hat{x}_t - значение выходного сигнала модели в момент времени t .

Непараметрические модели.

В качестве моделей изучаемых объектов предлагается использовать форму интегральной свертки характеристик объекта (для простоты приводится случай, когда «вход» и «выход» - скаляры)

$$x(t) = f(t - t_0) + \int_{t_0}^t g(t - \tau) \cdot u(\tau) d\tau. \quad (3)$$

Интеграл (3) называют уравнением Коши-Лагранжа [2]. Данное уравнение описывает зависимость выходной реакции объекта $x(t)$ от входного возмущения объекта $u(t)$, а также характеристик самого объекта: свободной составляющей движения $f(t)$, описывающей возмущения, оказываемые на «выход» из-за начального состояния объекта в начальный момент времени t_0 ; импульсной-переходной характеристики объекта описываемой функцией времени $g(t)$, характеризующей инерционность объекта.

Чтобы использовать уравнение (3) для описания объекта необходимо определить характеристики объекта, описываемые функциями $f(t)$ и $g(t)$. Одним из традиционных способов определения этих характеристик на уровне непараметрической неопределенности системы является метод, использующий тестовые ступенчатые сигналы. Данный метод заключается в подаче на вход объекта сигнала, максимально приближенного к ступенчатому сигналу, описываемому функцией Хевисайда $1(t)$ и снятии с выхода объекта значений переходной функции $h(t)$. Связь переходной и импульсной-переходной функций объекта в виде равенства $g(t) = dh(t)/dt$ позволяет определить значения характеристики $g(t)$. При ненулевых начальных условиях объекта задача идентификации с использованием метода воздействия ступенчатыми сигналами

несколько усложняется. Для его реализации необходимо проведение серии (минимум пару) экспериментов с объектом, приведенным в одно и то же начальное состояние. Суть метода заключается в воздействии на объект поочередно ступенчатыми сигналами с разными амплитудами $C_1 \cdot 1(t)$ и $C_2 \cdot 1(t)$. В итоге получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} x_1(t) = f(t) + C_1 \cdot h(t) \\ x_2(t) = f(t) + C_2 \cdot h(t) \end{cases} \quad (4)$$

Здесь $x_1(t)$ - реакция объекта на возмущение $C_1 \cdot 1(t)$, $x_2(t)$ - реакция на $C_2 \cdot 1(t)$. Решив систему (4) получим выражение, для неизвестных характеристик

$$\begin{cases} h(t) = \frac{x_2(t) - x_1(t)}{C_2 - C_1} \\ f(t) = \frac{C_2 \cdot x_1(t) - C_1 \cdot x_2(t)}{C_2 - C_1} \end{cases} \quad (5)$$

После обработки результатов экспериментов (5) имеем выборки значений характеристик объекта $\{h_t, t=1, \dots, s\}$ и $\{f_t, t=1, \dots, s\}$. На основании данных выборок произведем оценивание характеристик объекта, получим модели свободной составляющей движения объекта $\hat{f}(t)$ и импульсной-переходной характеристики $\hat{h}(t)$. Используя эти модели, сформируем модель объекта

$$\hat{x}(t) = \hat{f}(t - t_0) + \int_{t_0}^t \hat{g}(t - \tau) \cdot u(\tau) d\tau. \quad (6)$$

Непараметрические модели класса (6) впервые были предложены в [3], основанные на непараметрических оценках функции регрессии Надарая-Ватсона [4] и Пристли [5]. Также, рассматривается подход к идентификации импульсной-переходной характеристики предложенный в [6]. Так, для оценки характеристик объекта в работе используются непараметрические статистики

$$\hat{g}(t) = \frac{1}{s \cdot c_s^2} \sum_{i=1}^s h(t_i) H\left(\frac{t - t_i}{c_s}\right), \quad (7)$$

$$\hat{f}(t) = \frac{1}{s \cdot c_s} \sum_{i=1}^s f(t_i) H\left(\frac{t - t_i}{c_s}\right), \quad (8)$$

где t_i обозначает дискретный момент времени соответствующей i -ой точке выборок характеристик, колоколообразная функция $H(\cdot)$ и параметр размытости c_s удовлетворяют условиям сходимости [7], к тому же на функцию $H(\cdot)$ накладывается условие непрерывной дифференцируемости.

Вычислительный эксперимент.

Обоснованием работоспособности предлагаемого подхода являются результаты численных экспериментов приведенные ниже. Исследования производились в условиях нахождения объекта в нулевых начальных условиях. Для исследования были получены выборки значений входной и выходной реакций объекта на единичное ступенчатое воздействие с аддитивной помехой с 5% степенью разброса относительно полезного сигнала и построена модель

вида (6) с использованием оценок (7) и (8). После этого значения модели сравнивались со значениями выходной реакции объекта при помощи критериев (1) и (2). Результаты эксперимента представлены на рис.2, значения критериев $Q_1 = 0,00105$, $Q_2 = 8,15\%$ при $H(t) = [(\cos(\pi \cdot t) + 1)/2] \cdot [1(t+1) - 1(t-1)]$ и $c_s^{opt} = 2$.

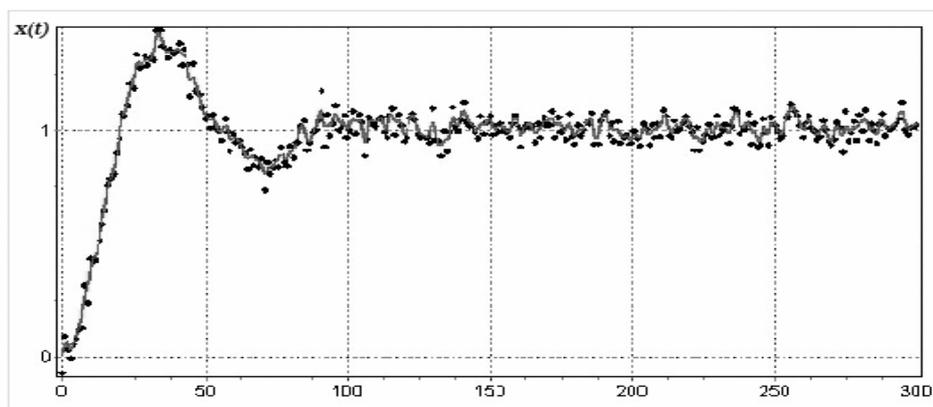


Рис.2. Численный эксперимент

Точками на графике на рис.2 изображены значения выборки реакции объекта на единичное входное возмущение, непрерывной линией – модель, построенная на основании полученных значений. В докладе также представлены реакция объекта и модели на различные входные воздействия.

Заключение.

Анализ результатов проведенного эксперимента, а также опыт использования данного подхода для решения задачи моделирования линейных динамических объектов позволяет сделать вывод, что предлагаемый метод позволяет строить достаточно точные и адекватные модели объектов и процессов, при отсутствии удовлетворительного параметрического описания этих объектов и процессов, либо отсутствии ресурсов для получения такого параметрического описания.

Список литературы

1. Фельбаум, А.А. *Основы теории оптимальных автоматических систем*/ А.А. Фельдбаум. - М.: Физматгиз, 1963.
2. Андреев Ю.Н. *Управление конечномерными линейными объектами*. - М.: Наука, 1978.
3. Medvedev A.V. *Identification and control for linear dynamic systems of unknown order*. // *Optimization Techniques IFIP Technical Conference / Berlin – Heidelberg – New-York: Springer – Verlag, 1975. - p. 48-55.*
4. Надарая Э.А. *Непараметрические оценки плотности вероятности кривой регрессии*. – Тбилиси: изд Тбил. Ун-та, 1983. – 194 с.
5. Priestley M.B., Chao M.T. *Nonparametric function fitting*.// *Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 34, 1972. - Pp. 385-392.*
6. Сергеева Н.А. *О непараметрических оценках производной плотности вероятности и кривой регрессии* // *Статистические методы оценивания и*

проверки гипотез: Межвузовский сборник научных трудов. - Пермь: Изд-во ПГУ, 1996. - С.59 - 67.

7. Медведев А.В. Непараметрические системы адаптации / А.В. Медведев. - Новосибирск: Наука, 1983.

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Н.А. Коробова
Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

В связи с расширением производства в сырьевых отраслях промышленности техногенная нагрузка на природную среду постоянно увеличивается. Поэтому в России потребность в автоматизированных системах контроля загрязнений окружающей среды достаточно велика.

Типовой состав автоматизированной системы экологического мониторинга для предприятий (регионов Российской Федерации) представлен на рисунке.

Ядром системы является сервер базы данных (центр мониторинга), в который должна поступать вся измеряемая экологическая информация (от автоматических и ручных средств измерений).

Сервер обеспечивает хранение, обработку и предоставление данных различным пользователям-клиентам в соответствии с их правами.

Предоставление данных клиентам осуществляется с использованием современных web-технологий, обеспечивающих одновременную работу большого числа пользователей без необходимости развёртывания специального программного обеспечения на рабочих местах.

Сбор данных от измерительных звеньев происходит путём применения различных программно-технических средств, в том числе с использованием разного рода интерфейсов с измерительной аппаратурой, а также путем интеграции со SCADA-системами.

При создании автоматизированных систем необходимо выполнять следующие требования:

1) программное обеспечение сервера и всех измерительных и информационно-управляющих звеньев должно быть унифицировано;

2) программное обеспечение всех звеньев системы должно быть совместимо друг с другом и обеспечивать работу в рамках единого информационного пространства;

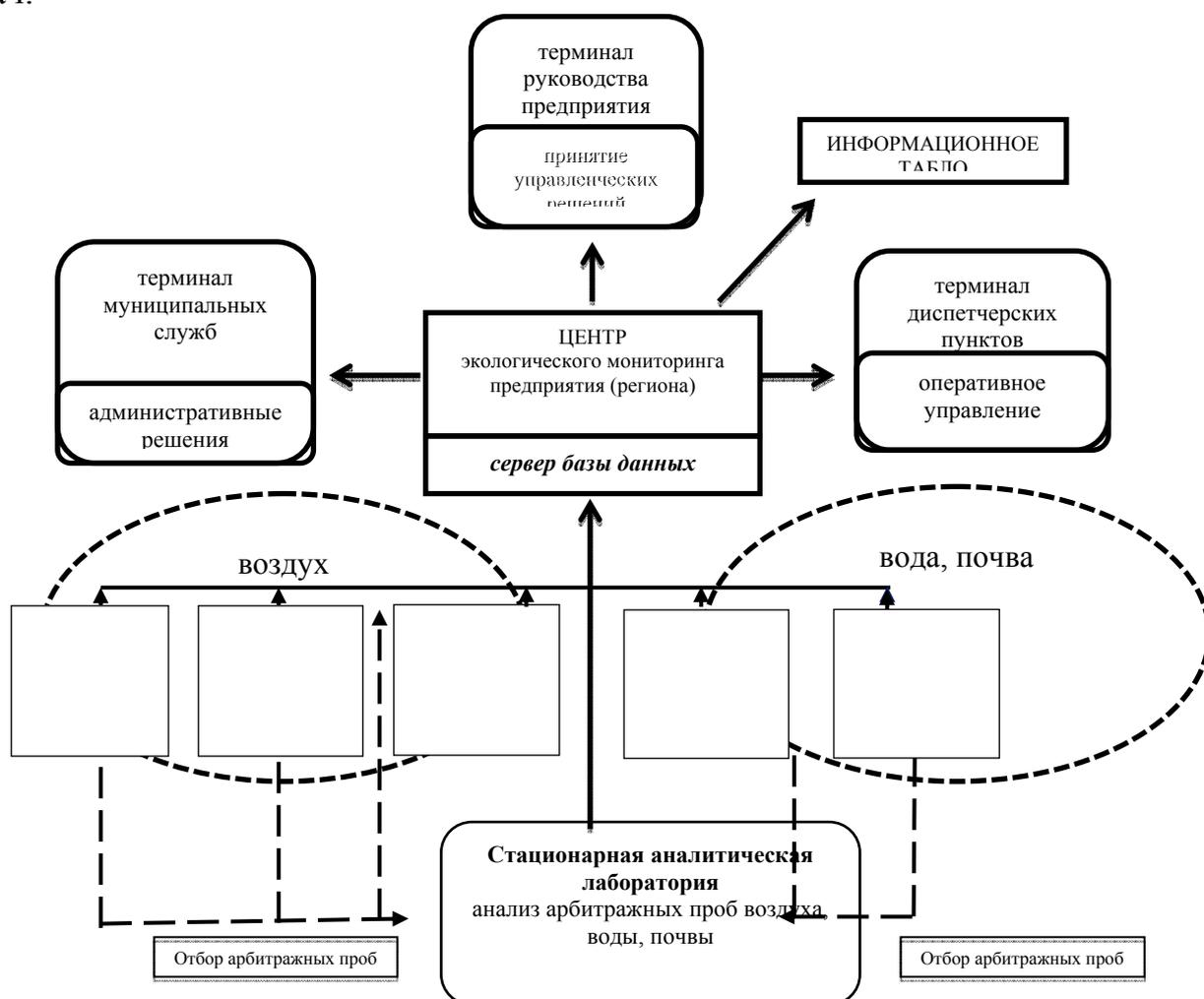
3) система должна быть открытой и не иметь ограничений по наращиванию состава измерительной аппаратуры и клиентской базы, при этом должны постоянно выполняться требования пп.1.2;

4) в качестве первого этапа создания системы должна выполняться установка сервера с необходимым программным обеспечением и тем составом измерительных средств, которые могут быть приобретены в рамках начального финансирования;

5) по мере выделения средств и закупки новых звеньев системы процесс их интеграции в общую структуру должен быть безболезненным и осуществляться головным разработчиком системы;

6) все изменения состава системы (увеличение или уменьшение средств измерений, модернизация или замена вышедших из строя устройств, расширение или сокращение функций системы и т.п.) не должны требовать прекращения функционирования системы или коренной её реконструкции.

Опыт эксплуатации различных автоматизированных систем экологического мониторинга показал, что только при выполнении перечисленных требований возможно устойчивое функционирование и динамическое развитие этих систем на уровне современных технических требований с постоянным наращиванием объёма и качества выполняемых задач.



Автоматизированная система экологического мониторинга

Одна из самых актуальных задач на современном этапе - решить проблему накопления отходов, а сделать это невозможно без внедрения новых технологий, в том числе без новых информационных технологий и разработки специальных программных обеспечений, направленных на уменьшение образования отходов и соответственно их размещения.

Для того чтобы действующая система управления отходами была готова к эффективному использованию сформировавшейся вторичной сырьевой базы, необходимо обеспечить:

- 1) координацию переработки и конечного размещения отходов на территории страны в целом и между субъектами Федерации в частности;
- 2) создать единую информационную базу с логическими схемами, которые будут направлены на непосредственное конечное размещение отходов на свалках и полигонах только после предварительной глубокой переработки;
- 3) разработать программное обеспечение по созданию системы саморегулирования в области обращения с отходами.

На сегодняшний день в мире активно разрабатываются различные программные обеспечения. Среди них: программное обеспечение по сбору, использованию, транспортированию отходов. Разрабатывается единая система по санитарно-эпидемиологической экспертизе, в том числе при осуществлении деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов I-IV классов опасности. В настоящее время обсуждается вопрос о необходимости оптимизации нормативно-правовой информационной базы при обращении с крупнотоннажными отходами предприятий, производящих фосфорсодержащие удобрения.

Некоторые программные обеспечения получили очень широкое распространение. Так, например, при подготовке проектной документации нередко требуются данные по измерениям и расчётам шума. Широко известна программа «АРМ-Акустика» - это программа, которая позволяет моделировать схему расположения объектов на ситуационной карте-схеме по отношению друг к другу, как в двухмерной графике, так и в трехмерной. По результатам расчёта программа выдает два вида отчета: в графическом формате карты с изолиниями ожидаемого уровня шума на местности и текстовый отчет в формате Excel. Сравнение ожидаемых уровней звукового давления с нормативными показателями выводится прямо в отчете и здесь же показывается требуемое снижение уровня шума на источнике.

Институт прикладной экологии и гигиены в Санкт-Петербурге осуществляет ряд работ, среди них:

- 1) экологическая паспортизация территорий с использованием геоинформационных технологий;
- 2) промышленная и пожарная безопасность;
- 3) генеральные схемы санитарной очистки поселений с использованием геоинформационных технологий.

В мире сейчас разрабатываются и активно внедряются новые технологии, такие как газоанализатор «testo 350», «testo 350» - модульная система для контроля и мониторинга выбросов в атмосферу.

Список литературы

1. Полуэктов В.П. Основы создания автоматизированных систем экологического мониторинга / О.В. Лукьянов, М.В. Баюкин. - М.: Экология производства, 2012. - 96 с.
2. Чумаков В.М. Современные технологии и оборудование / С.А. Васьков, О.С. Сырватка. - М.: Экология производства, 2012. - 98 с.
3. Мошкина С.А. Подходы к уменьшению образования и размещения отходов / Д.В. Ермаков, Ю.С. Натфулина. - М.: Экология производства, 2012. - 96с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БЕНЗОЛА

А.М. Алиев, А.З. Таиров, А.М. Гусейнова
 Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева Национальной
 АН Азербайджана,
 г. Баку

Задача установления механизма сложной химической реакции должна решаться вероятностными методами, т.е. среди выдвинутых априори кинетических моделей необходимо найти одну модель, которая наилучшим образом соответствует экспериментальным данным.

Анализ имеющихся экспериментальных данных, полученных с пилотной установки проточного типа, позволил выдвинуть 9 конкурирующих гипотез о механизме протекания процесса. При описании механизма процесса учитывались ароматические углеводороды C_8 , нафтеновые углеводороды C_6 – C_7 , парафиновые углеводороды C_6 – C_8 и углеводороды C_1 – C_4 в агрегированном виде. Для упрощения были использованы обозначения: толуол – Т, бензол – Б, ксилолы и этилбензол – А, нафтеновые углеводороды – Н, парафиновые углеводороды – П, дифенил – К, водород – В, углеводороды C_1 – C_4 – Г.

Так как механизм и кинетика данного процесса ранее не изучались, то численные значения кинетических параметров предложенных моделей были неизвестны. Поэтому нами был предложен так называемый метод "взвешивания" [1], преимущество которого заключается в том, что отпадает необходимость проведения сложной процедуры интегрирования уравнений кинетики. На основе этого метода определены численные значения кинетических параметров всех моделей, составленных по предложенным гипотезам I–IX. Однако для гипотез I, II, V значения некоторых констант получались отрицательными, поэтому они были исключены из дальнейшей обработки. Использование предложенного нами алгоритма для дискриминации кинетических моделей позволило выбрать из совокупности шести оставшихся нелинейных, многооткликковых кинетических моделей одну модель № 9, которая наилучшим образом описывает опытные

данные во всей выбранной области экспериментирования. Эта модель была представлена в [2].

В табл. 1 и 2 представлены механизм протекания процесса по IX гипотезе и численные значения его кинетических констант, определенных по методу "взвешивания".

Таблица 1

Механизм протекания термического процесса получения бензола

	Тип реакции	Механизм протекания
1	Гидродеалкилирование алкилбензолов	$T+B \xrightarrow{w_1} B+\Gamma$ $A+B \xrightarrow{w_2} T+\Gamma$
2	Дегидроциклизация парафинов	$\Pi \xrightleftharpoons[w_3]{w_7} H+B$
3	Гидрокрекинг парафинов	$\Pi+(n-1)B \xrightarrow{w_4} n\Gamma$
4	Дегидроконденсация бензольного кольца	$2B \xrightleftharpoons[w_8]{w_5} K+B$
5	Дегидрогенизация нафтенгов	$H \xrightleftharpoons[w_6]{w_9} B+3B$

Таблица 2

Численные значения кинетических констант

	Реакции	Ln K			
		Температура реакции, °C			
		550	575	600	625
1	$T+B \xrightarrow{w_1} B+\Gamma$	3.437	3.010	2.826	2.531
2	$A+B \xrightarrow{w_2} T+\Gamma$	3.154	2.715	2.412	1.985
3	$H+B \xrightarrow{w_3} \Pi$	3.301	2.896	2.634	2.189
4	$\Pi+(n-1)B \xrightarrow{w_4} n\Gamma$	3.141	2.741	2.511	2.156
5	$2B \xrightarrow{w_5} K+B$	6.040	5.571	4.772	4.276
6	$B+3B \xrightarrow{w_6} H$	7.466	7.270	7.247	7.177
7	$\Pi \xrightarrow{w_7} H+B$	2.366	2.149	1.608	1.432
8	$K+B \xrightarrow{w_8} 2B$	4.100	6.424	3.309	3.065
9	$H \xrightarrow{w_9} B+3B$	2.534	2.292	1.918	1.772

Здесь n – степень жесткости гидрокрекинга, температурная зависимость которой выражается в виде:

$$n = 1.37 + 0,0056 (T - 273)$$

Так как выбранная модель № 9 в дальнейшем должна использоваться для расчета промышленного реактора получения бензола термодаталитическим способом в широком диапазоне изменения технологических параметров, то возникает необходимость уточнения параметров с целью повышения прогнозирующей способности кинетической модели.

В связи с этим была проведена серия дополнительных экспериментов с целью определения влияния давления и отношения водорода к сырью на

константы скорости реакций. Для учета влияния давления и температуры на константы скорости реакций применяется модифицированное уравнение Аррениуса:

$$k = k_0 e^{-\left[\frac{E}{R} + \frac{\Delta V(P-P_0)}{R_1} \right] \frac{1}{T}},$$

где k_0 – предэкспоненциальный множитель, б/р; E – энергия активации, ккал/моль, ΔV – объем активации, м³/моль; P_0 – стандартное давление, атм, P – рабочее давление, атм; R, R_1 – газовые постоянные, ккал/моль; м³атм/моль град.

Для учета влияния соотношения водорода к сырью на константу скорости реакции в это уравнение нами введен дополнительный множитель θ^α , после чего выражение константы скорости принимает вид:

$$k = k_0 \theta^\alpha e^{-\left[\frac{E}{R} + \frac{\Delta V(P-P_0)}{R_1} \right] \frac{1}{T}},$$

где θ – соотношение водорода к сырью, равное 3:1; 5:1; 7:1. Оценка значений параметров модифицированной Аррениусовской зависимости ($k_0, E, \Delta V, \alpha$) была проведена по опытным данным.

Уточнение кинетических параметров модели № 9 проводилось по комбинированным методам нелинейного программирования Пауэлла, Розенброка и Мак-Кормика [3–5]. При этом была принята следующая функция минимизации:

$$F = \beta \sum_i \sum_j V_i (P_{ij}^{\text{э}} - P_{ij}^{\text{м}})^2 + (1 - \beta) \sum_i \sum_j V_i \frac{(P_{ij}^{\text{э}} - P_{ij}^{\text{м}})}{P_{ij}^{\text{э}}},$$

где β – некоторый параметр, $0 \leq \beta \leq 1$; V_i – весовые коэффициенты i -го компонента; $P_{ij}^{\text{э}}$ и $P_{ij}^{\text{м}}$ – парциальное давление i -го компонента в j -ом эксперименте и по модели.

В зависимости от значений β целевая функция F соответствует абсолютной или относительной ошибке. Этот критерий дает хорошие результаты в случаях, когда параметры некоторых компонентов (например, парциальное давление, концентрация и т.д.) отличаются друг от друга на порядок.

Уточненные значения параметров модели № 9 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Уточненные значения параметров кинетической модели № 9 процесса получения бензола

№	Реакции	$\ln k_0$	E, ккал/моль	ΔV , м ³ /моль	α , б/р
1	$T+B \xrightarrow{W_1} B+T$	7.4371	40.5	2.01	0.57
2	$A+B \xrightarrow{W_2} T+T$	9.7958	49.8	2.44	1.33
3	$H+B \xrightarrow{W_3} T$	10.5148	50.3	2.36	0.23
4	$T+(T-1)B \xrightarrow{W_4} nT$	7.5248	41.0	1.27	0.86
5	$2B \xrightarrow{W_5} K+B$	14.4444	70.9	2.51	-1.17
6	$B+3B \xrightarrow{W_6} H$	-2.5981	14.6	2.47	-1.24
7	$T \xrightarrow{W_7} H+B$	9.4312	49.7	-1.07	1.58
8	$K+B \xrightarrow{W_8} 2B$	5.5480	35.9	3.30	1.33
9	$H \xrightarrow{W_9} B+3B$	5.2989	34.6	-3.19	0.00

Таким образом, в результате проведенных исследований получена адекватная кинетическая модель процесса получения бензола гидротермопереработкой БТК-фракции, что позволяет использовать ее при расчете промышленного процесса.

Список литературы

1. Таиров А.З., Наги-заде П.С., Нагиев Т.М. Оценка параметров уравнения кинетики методом "взвешивания". Рукопись депонирована 05.03.86 г. № 1513-В86-900. Реф. журн. КиК АН СССР.

2. Алиев А.М., Таиров А.З., Гусейнова А.М., Алибейли Р.М. Математическое описание процессов термического и каталитического получения бензола из жидких продуктов пиролиза и определение на его основе оптимальных конструктивных размеров реакторов. Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Т. 1. Материалы VI Международного симпозиума. Москва, 2011. - С. 15–19.

3. Безденежных А.А. Инженерные методы составления уравнений скоростей реакции и расчета кинетических констант. Л.: Химия, 1973. – 256с.

4. Розенброк Х., Стерн С. Вычислительные методы для инженеров-химиков. М.: Мир, 1968. – 444 с.

5. Фиакко А., Мак-Кормик Г. Нелинейное программирование. Методы последовательной безусловной минимизации. М.: Наука, 1972. – 240 с.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОФРАКЦИОНИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А.В. Чикуров, Д.С. Матвеев, М.Х. Хуснияров
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа

Эффективность управления безопасностью объектов нефтегазовой отрасли тесно связана с наличием продвинутых систем автоматизации [1]. Важным шагом в повышении надежности и безопасности эксплуатируемых объектов стало внедрение систем автоматического управления. Однако эти системы позволяют лишь осуществлять управление процессом и поддерживать параметры процесса в заданных пределах. В настоящее время на большей части опасных производственных объектов принятие решения в аварийной ситуации в значительной степени зависит от оперативности и правильности действий обслуживающего персонала. Как показывает анализ статистики аварийных ситуаций, в 70% случаев причиной аварии стал человеческий фактор [2]. В этой связи в настоящее время нормативно-техническими документами регламентируется необходимость создания и внедрения как более сложных систем управления процессами, так и систем обеспечения безопасности, в рамках которых решаются задачи диагностирования состояния объекта в режиме реального времени и проблемы поддержки принятия решений в аварийных ситуациях [3].

Системы диагностирования должны осуществлять мониторинг технического состояния объекта, выявлять факты неисправного состояния объекта и определять их вид и причины. В свою очередь, система поддержки принятия решений, имея свойства системы диагностирования, призвана выдавать предписания персоналу для предотвращения развития аварийной ситуации.

Современные системы поддержки принятия решений представляют собой интегрированные информационно-аналитические комплексы, включающие в себя следующие компоненты:

- информационный (совокупность ретроспективных данных предметной области);
- аналитический (методы анализа ретроспективной информации);
- прогнозный (функции прогнозирования и моделирования, планирования принятия решений).

Одним из наиболее опасных объектов нефтегазовой отрасли является газофракционирующая установка (ГФУ), которая характеризуется наличием значительных количеств сжиженных газов (фракции пропана, бутана, изобутана), способных при аварийной разгерметизации и выбросе образовывать взрывоопасное паровое облако. Обеспечение возможности оперативного

предотвращения развития аварийной ситуации на установке является приоритетной задачей.

Произведя анализ событий, способных инициировать возникновение и развитие аварийных ситуаций можно выделить те, проявление которых приводит к наиболее тяжелым последствиям:

- выброс технологической среды в больших объемах вследствие разгерметизации оборудования или трубопроводов, неисправности арматуры (может привести к пожару и взрыву на аппаратах и трубопроводах, как на самой установке, так и на других, связанных с ней по технологии);

- неконтролируемое повышение давления и температуры в технологических аппаратах (могут привести к разгерметизации и выбросу технологической среды);

- прекращение подачи электроэнергии на установку (приведет к остановке всего насосно-компрессорного оборудования, и как следствие к переполнению емкостей орошения и подъему давления в колоннах и емкостях);

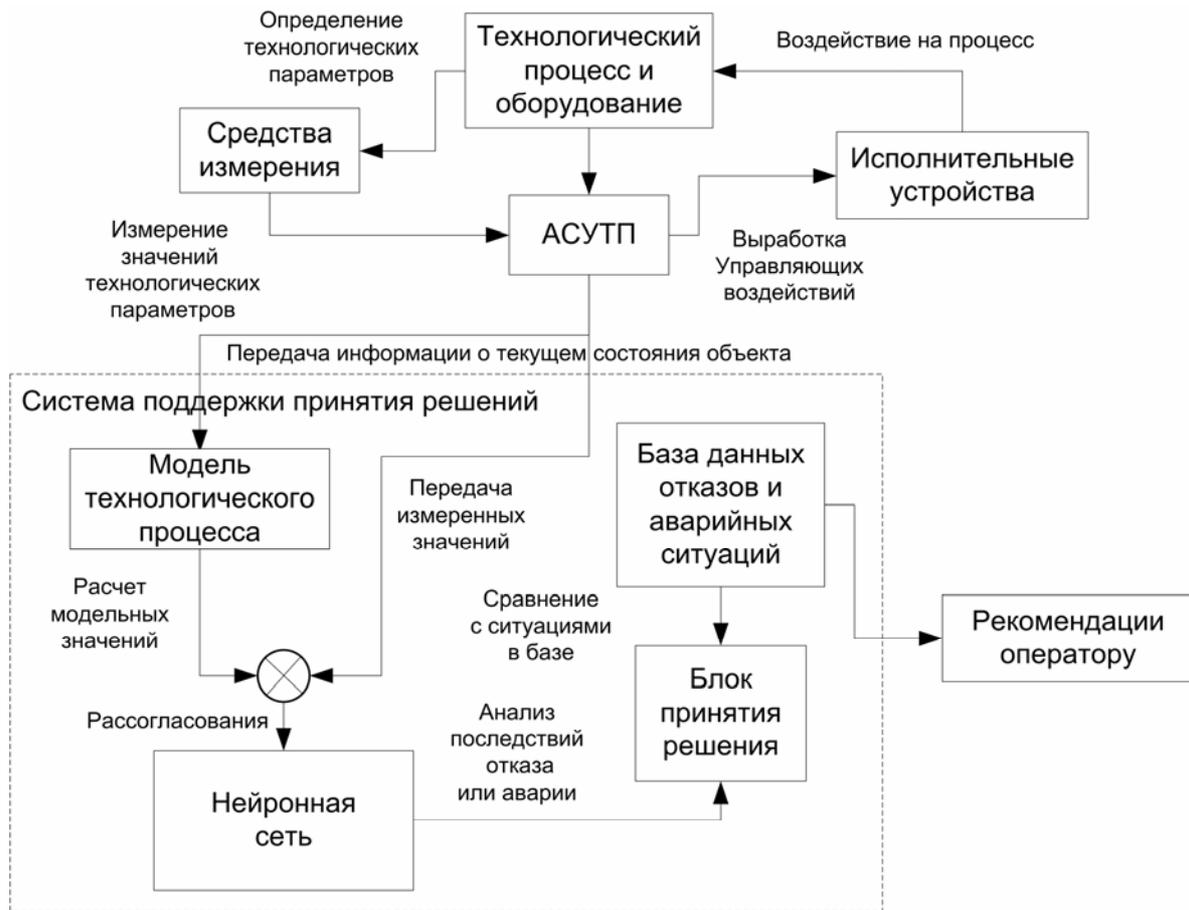
- прекращение подачи воды оборотного водоснабжения (может привести к повышению давления в колоннах и емкостях вследствие прекращения конденсации паров продуктов в конденсаторах-холодильниках);

- отсутствие воздуха для КИПиА (может привести к отказу в работе КИПиА, при этом бесконтрольное изменение значений технологических параметров может привести к переполнению колонн и емкостей, повышению давления и температуры в аппаратах).

Для обеспечения безопасной эксплуатации объекта за счет предотвращения развития аварийных ситуаций предлагается использование системы поддержки принятия решений, основанной на модели технологического процесса, моделях отказов и прогнозирования развития аварий. Для современных систем поддержки принятия решений была разработана обобщенная структура, показанная на рисунке.

Модель технологического процесса предлагается реализовать с помощью специализированного программного обеспечения (например, UniSim Design, Hysys и др.).

Одним из возможных способов реализации модели отказов технологического оборудования и модели прогнозирования развития аварийных ситуаций является применение нейронных сетей. С помощью нейронной сети прогнозируются возможные последствия аварийной ситуации, и путем сопоставления с имеющейся базой данных по отказам и авариям, формируется рекомендация для оперативных действий обслуживающего персонала.



Структура системы поддержки принятия решений в аварийной ситуации

Таким образом, были сформулированы основные принципы построения системы поддержки принятия решений, поставлена задача по практической реализации системы, основным назначением которой является выработка в режиме реального времени алгоритмов предотвращения аварийных ситуаций в случае отказа оборудования на установке ГФУ, с целью повышения безопасности опасного производственного объекта.

Список литературы

1 Веревкин А.П., Кирюшин О.В. Проблемы повышения эффективности управления процессами добычи и переработки нефти и газа. // *Территория Нефтегаз*, № 5. - 2009. – С. 12 – 15.

2 Venkatasubramanian, V., Rengaswamy, R., Yin, K., & Kavuri, S. N. (2003). *A Review of process fault detection and diagnosis – Part I: Quantitative model-based methods. Computers & Chemical Engineering*, 27, 293–311.

3 СА 03-002-05. Стандарт Ассоциации «Ростехэкспертиза». Системы мониторинга агрегатов опасных производственных объектов. Общие технические требования / Согласован Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ, письмо от «1» февраля 2005 г. - М.: Издательство «Компрессорная и химическая техника», 2005. - 28 с.

О РАЗВИТИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС) РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СРЕДНЕЙ СИБИРИ

В.М. Старков

НОУ ВПО Красноярский филиал «Санкт-Петербургский гуманитарный
университет профсоюзов»
г. Красноярск

Общеизвестно, что радиационный баланс (РБ) является ведущей теплоэнергетической базой процесса эвапотранспирации фитоценозов – потенциального (Z_m) и реального (Z_i) суммарного испарения. Он совместно с фотосинтезом формируют продуктивность природных экосистем вообще и агроэкосистем в частности. В практическом плане ГИС РБ применяется: в сельском хозяйстве - агрометеопрогнозы и программирование урожаев с/х культур; в гидромелиорации - расчеты оросительных норм, разработка экологически безопасной технологии оперативного управления режимом орошения почв с учетом севооборотов; в землеустройстве - экономическая оценка земельных ресурсов; лесном хозяйстве - прогноз пожароопасности леса; прогноз чрезвычайных ситуаций гидрологического и метеорологического характера и т.д. [1].

Аналитически уравнение РБ выражается в виде алгебраической суммы скомпенсированных в суточном режиме электромагнитных и тепловых потоков (световой день+ночь) [5]

$$R = Q_c - R_k - (J_{дн} + J_{н}) = Q_c(1-A) - (J_{дн} + J_{н}), \text{ мДж/м}^2 \quad (1)$$

в котором R - радиационный баланс или остаточная радиация; $Q = S' + D$ – суммарная - коротковолновая с длиной волны $\lambda = 280-400\text{нм}$ - радиация, включающая прямую S' , приходящую на единицу горизонтальной поверхности и образуемой атмосферными молекулярными комплексами и аэрозолями рассеянную радиацию D ; R_k и $B_k = Q_c - R_k$ – соответственно отраженная и поглощенная коротковолновая радиация; $A = R_k/Q_c$ – альbedo поверхности; $J_{дн}$, $J_{н}$ – эффективное длинноволновое излучение земной поверхности ($\lambda = 400-4000\text{нм}$) с учетом противоизлучения атмосферы соответственно в световую часть суток и ночью.

Омская научная гидролого-климатическая школа (ГКР) В.С.Мезенцева[4] в несколько ином ключе трактует структуру уравнения РБ, не без основания полагая, что основная роль в формировании Z_m и Z_i принадлежит дневным суммам радиационного баланса R^+ , а величина $J_{н}$ не является таковой. Поэтому уравнение (1) предложено записывать отдельно для световой части суток и ночного периода

$$R^+ = Q_c - R_k - J_{дн}; \quad R^- = J_{н} \quad (2)$$

Несомненно, реализация этих уравнений сопряжена с проблемами методологического и информационного характера - прежде всего это касается вопросов определения численных значений элементов РБ и построения на этой основе многолетних рядов различной временной конфигурации. Именно поэтому выдающийся климатолог А.И.Воейков инициировал в конце XIX века организацию регулярного изучения режима солнечной радиации [3]. Практическое воплощение этой идеи, как известно, принадлежит С.И.Савинову и Н.Н.Калитину, которые разработали основы методов системных измерений элементов солнечной радиации. Это стало началом регулярных наблюдений (1892г.) в г. Павловске (Санкт-Петербург). Сегодня в современной России функционирует 129 станций, в том числе в Средней Сибири регулярные наблюдения ведутся с середины 1950-ых годов на 10 станциях: Шарыпово, Назарово, Солянка, Енисейск, Ванавара, Тура, Туруханск, Норильск, Кызыл, Хакасская. Территориально к ним примыкают станции Тулун, Хомутово, Казачинское (Иркутская область), Кузедеево (Кемеровская область), Барнаул (Алтайский край), Огурцово (Новосибирская область), Асино (Томская область). Несмотря на внушительное число станций и значительный временной период наблюдений, имеющаяся ныне база данных по РБ далеко не всегда обеспечивает потребителей необходимой информацией с допустимой точностью ($\sigma = \pm 10\%$ - погрешность балансомера или балансографа, по которым ведутся наблюдения за РБ на станциях). Причина состоит в том, что существующая сеть, размещенная, как правило, по квадратным сеткам размером 500x500км, не позволяет интерполировать или экстраполировать актинометрическую информацию, особенно за короткие интервалы времени - сутки, декада - в пункты, где измерения такого рода не ведутся.

Этот пробел восполняется, как правило, путем применения эмпирических моделей, в которых аргументами-предикторами являются метеозаэлементы, в той или мере отражающие процесс формирования величины R^+ . Однако пространственный радиус их применения весьма ограничен, во-первых, из-за неясности физической сущности эмпирических коэффициентов - поскольку они концентрируют в себе ряд неопознанных физико-биологических факторов - и, во-вторых, из-за отсутствия надежных критериев их географической дифференциации. [6]. Поэтому возникает вопрос о необходимости поиска решений как методического, так и геоинформационного характера. В первом случае речь идет о возможности применения физико-статистических моделей [2], в которых численные значения коэффициентов увязываются с физическими факторами, во втором - о привлечении базы данных метеостанций, пространственная плотность и временной период наблюдений которых в значительной степени превосходит актинометрические. Например, только в Средней Сибири функционирует 118 метеостанций, в том числе с более чем 100-летними наблюдениями (Тисуль, Красноярск, Тулун...).

Руководствуясь этим методическим инструментом, для расчета декадных сумм R^+ за период май-сентябрь разработана **имитационная модель**, сконструированная по материалам выше указанных станций и

актинометрической информации, полученной в 1970-1980гг. Сибирским НИИ гидротехники и мелиорации на опытных участках в процессе эколого-мелиоративных исследований: Ивановка (пойма р.Урюп); Балахта, Н-Марьясово (пойма р.Чулым); Исток, Есаулово, Крутая, Ворогово (пойма р.Енисей) [7]

$$R^+ = A_0 + A_1 h_0 e^{\psi} \quad (3)$$

где A_0 и A_1 – эмпирические коэффициенты (параметры); h_0 - средняя за дневные сроки наблюдений высота Солнца, град; e – экспонента; $\psi = T_{2,0}(1-n_{pp})/f$ - комплексный параметр, включающий термогигрометрические ингредиенты, измеряемые на стандартной высоте 2,0м, и облачность. Все эти элементы имеют физическую основу процесса преобразования Q_c на уровне земной поверхности: $T_{2,0}$ – среднедневная температура воздуха - следствие взаимодействия потоков Q_c , R_k и $J_{дн}$; n_{pp} - приведенная облачность, равная полусумме общей n_0 и нижней n_n облачности, в долях единицы; с учетом режима влагонасыщения n_{pp} отвечает за процесс рассеяния, поглощения и пропускания Q_c ; $f_{2,0}$ – относительная влажность воздуха, %, регулирующая поглощение и ослабление водяным паром уже в приземном слое воздуха, особенно при туманах, в условиях естественных болотных ландшафтов и близости метеостанций к водной поверхности - реки, озера и другие водоемы[]. Кроме того, сами аргументы подобраны таким образом, что они минимально связаны между собой, т.е. относительно независимы. Подтверждением служит парные коэффициенты корреляции по всем станциям $r(h_0; f) = 0,07-0,15$; $r(h_0; 1-n) = 0,11-0,18$; $r(h_0; T_{2,0}) = 0,18-0,29$; $r(f; T_{2,0}) = 0,09-0,17$; $r(1-n; T_{2,0}) = 0,08-0,14$; $r(1-n; f) = 0,12-0,17$. Что касается корректности модели (3), то она по тесноте связи ($r = 0,88 \pm 0,0014$) и критерию Фишера ($F = 7,0-57,0$) адекватно воспроизводит декадные значения R^+ . Об свидетельствует сравнение на независимом материале измеренных и рассчитанных значений (рис.1). Как показал анализ, параметр A_0 достаточно устойчиво коррелируется с абсолютной высотой местности $H_{абс.м}$: $A_0 = -37,4 + 0,092 H_{абс.м}$; $r = 0,822 \pm 0,07$. При этом проявляется разграничение A_0 по ландшафтному признаку за счет различий R_k ; $J_{дн}$; f (рис.1). Параметр A_1 имеет вполне удовлетворительную связь с географической широтой расположения метеостанций, ϕ .

$$A_1 = 0,484 + 0,0534 \phi; r = 0,793 \pm 0,08 \quad (4)$$

Предложенная модель является одним из надежных методических инструментов создания геоинформационных систем РБ, обеспечивающих не только генерализованное картирование РБ, но и крупномасштабное за различные интервалы времени: декада, месяц, теплый сезон года (май-сентябрь). Вместе с тем надо признать, что при построении модели использованы в ряде случаев короткие и разнопериодные ряды наблюдений - это не могло не сказаться на устойчивости параметров A_0 и A_1 .

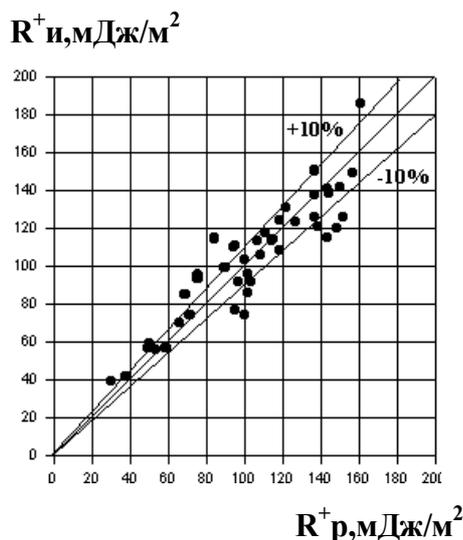


Рис.1. Оценка отклонения расчетных значений (R^p) от измеренных ($R^и$), ст. Шарыпово, 1981-1982 гг.

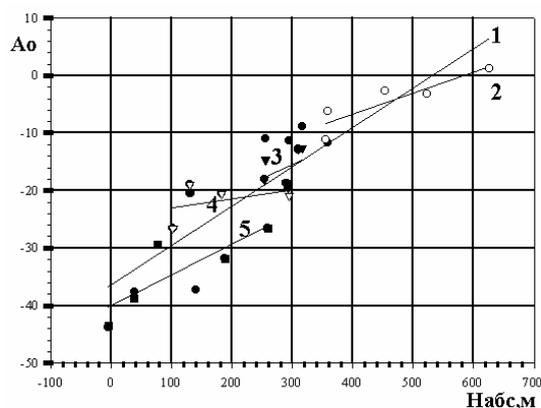


Рис.2. Зависимость параметра A_0 от высоты станций над уровнем моря:
1 – общая; 2 – горный ландшафт;
3 – надпойменные террасы;
4 – пойма; 5 – таежный ландшафт

Список литературы

1. Абрамов В.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп./ В.В.Абрамов. – СПб.: СПбГУП, 2010. – 456с.
2. Бондаренко Н.Ф. Моделирование продуктивности агроэкосистем/ Н.Ф. Бондаренко, Е.Е. Жуковский, И.Г. Мошкин, С.В. Нерпин и др. – Л.: Гидрометиздат, 1982. – 264с.
3. Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России/ А.И. Воейков. – СПб, 1884. – 787с.
4. Карнацевич И.В. Возобновляемые ресурсы тепловлагообеспеченности Западно-Сибирской равнины и динамика их характеристик/ И.В. Карнацевич, О.В. Мезенцева, Ж.А. Тусупбеков, Г.Г. Бикбулатова и др. – Омск: Издательство ФГОУ Ом ГАУ, 2007. – 268с.
5. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы/ Л.Т. Матвеев. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 750с.
6. Русин Н.П. Требования к наземной актинометрической информации и рационализация системы актинометрических наблюдений/ Н.П. Русин, К.Я. Винников. – Сб. трудов Радиационные процессы в атмосфере и на земной поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 14-25.
7. Старков В.М. Моделирование тепловлагообмена пойменных геосистем Енисея и Чулыма на основе тепловодобалансового метода/ В.М. Старков. – Сб. трудов Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИГиМС, 1999. – С. 154-164.

ДИАЛЕКТИКА НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ

Н.И. Мелехова, С.В. Семашко
Тульский государственный университет,
г. Тула

Ключевые слова: Историческая справка, кларки, закономерность, почвообразование.

Введение

Говоря словами Юрия Тыняева ... "Я - детерминист. Я чувствую, как жизнь переплетается через меня, как меня делает история". Обобщая сказанное можно отнести данное высказывание не только для отдельного человека, но и для отдельной науки, и науки целого государства. Любая наука включает в себя тесно переплетенные в единый клубок множество мнений, вовлекая в него слишком много мусора и не сортируя "умные" идеи от "вымученных".

Диалектика научного развития оставлена далеко позади новейшими методами информатики, математизации, не давшими науке пока еще ничего разумного, разве только рациональное в технологиях, да и те, в основном, не российских, а все там же за "кордоном".

80-ые, 90-ые годы XX века явились периодом страшного застоя, остановки развития научной мысли на уровне 60-ых, 70-ых годов и даже возврат к 50-ым. Застой по развитию большинства научных идей в России на полвека - это ли не воровство у истории науки не только новых идей, но и молодых ученых на дальнейшие рубежи восхождения. Практицизм, быстрая выгода, накопление ненужных денежных массивов в любой валюте малой прослойкой общества не совсем разумных, далеко не мыслящих индивидов, весьма ставших похожих друг на друга по внешнему облику - широколицых, округленных, с заплывшими глазами, полностью потерявшими облик высокоразвитого человека.

Остановлюсь на более близком предмете становления научной мысли в области земледелия. Можно с уверенностью сказать, что пока еще нет такой науки как «*Общее земледование*» - науки просто необходимой, поскольку все, что живет на планете обязано именно данному объекту земной поверхности. Данная наука включала бы все стороны формирования внешней оболочки Земли – Земной коры *ЗК* и главного ее компонента почвы:

- законы развития *ЗК* в ее связи с другими геосферами планеты – атмосферой, гидросферой, литосферой;
- закономерности генезиса гумуса (*ГГ*), главного компонента плодородия;
- экологической значимости почвы в рамках жизнеобеспечения и сохранения жизни на Земле.

Для такого объединения научной мысли необходимы не только «светлые» головы, энциклопедические знания, но и новейшие исследования в данной

области. Вначале рассмотрим историческую справку о почве и почвенных процессах – почвообразованию.

Историческая справка о почве и почвообразовании

Почва (*П*) представляет собой естественноисторическое тело, она имеет определенный возраст, так называемый *абсолютный* возраст. В современных условиях хозяйствования *П* приобретает новые зарождающиеся *относительные* свойства. Научные представления о генезисе почвообразования менялись и совершенствовались во времени. Так по представлениям С.И. Коржинского (1887) под влиянием древесной растительности происходит деградация черноземов в серые, светло-серые и белесоватые *П*. Такая схема оподзоливания черноземных *П* не подтвердилась под влиянием насаждения дубового леса. Возможно, расселение хвойных лесов и подтвердили бы эту гипотезу.

Существенный вклад в учение о эволюции *П* внес К.К. Гедройц (1926), который опытным путем установил смену солончака солонцом, а затем солодью под влиянием промывания атмосферными осадками. Он также выявил механизм эволюции засоленных почв.

Определенную ценность имеет идея Вильямса (1916) о бесконечном развитии почвообразования, но схема эволюции, предложенная им не получила подтверждения.

Идеи связи эволюции *П* с циклами эрозии со сменой гидроморфности высказал С.С. Неструев (1922) в работе «Почвы и циклы эрозии». С понижением грунтовых вод почвы становятся автоморфными, а почвенный покров приобретает черты зрелости. Данная схема получила подтверждение в работах И.М. Крашенинникова (1922), рассматривающего эволюцию растительности в речных долинах Евразии. По представлениям Крашенинникова исходная стадия заболоченных лугов и солонцов последовательно уступает место степному ландшафту. Заболоченность *П* сменяется остепнением. Такие же идеи развивались и в работах Ковды (1937), Розанова (1931), Синягина (1939) и многих других ученых.

Б.Б. Польшов впервые указал на значение реликтовых признаков в современных почвах. Он обобщил и подвел итоги русского почвоведения в области палеопедологии, предложил более совершенный подход к анализу морфологии почвенного профиля (1930). Польшов полагал, что на почвообразование оказывают влияние и образование гумуса, дифференциация горизонтов, как первичная, так и вторичная. Большое внимание уделялось на саморазвитие *П*.

Саморазвитие почв. Саморазвитие *П* представляет совокупность изменений, которые почва претерпевает в данной физико-географической обстановке. Саморазвитие *П* проявляется в суточном, годичном и вековом циклах, приводящих к накоплению даже незначительных изменений, которые в итоге приводят к поступательному развитию почвы. Впервые вполне определенно о саморазвитии *П* высказался П.С. Коссович, затем и другие ученые. Специальная работа написана А.А. Роде (1947).

Земная кора – главный компонент почвы

Земная кора (ЗК) относится к наиболее доступной оболочке планеты, в плане изучения природного объекта имеющимися средствами. Однако на данный момент времени она находилась и находится в поле зрения географов, землемеров, геологов, агрономов и некоторых других исследователей, рассматривающих поверхностный слой Земли как доступный материал для использования в практических целях. Мало кто задавался и задается вопросами, как изучить естественный ход почвообразования, формирования гумуса, как сохранить и приумножить плодородие почв, *П.*

Поверхность Земли – это объект сложнейших взаимодействий атмосферы, воды, горных пород, живого и растительного мира. В ЗК происходили и происходят последовательные процессы физических, химических, физико-химических и биологических взаимодействий, и, тем не менее, она обладает определенной целостностью и собственным своеобразием.

К середине XVIII века *М.В. Ломоносов* разделяет факторы изменения ЗК на внутренние и внешние факторы. Шотландский ученый *Дж. Геттон* полагал, что история Земли состоит из повторяющихся циклов – длительной эпохи разрушения минералов, отложение продуктов разрушения на морском дне и кратковременные поднятия морского дна – взгляд плутонизма от греческого бога подземного царства Плутона.

А.Г. Вернер большее значение придавал внешним процессам и, прежде всего деятельности воды. Все горные породы он рассматривал как водные осадки – это взгляд *нептунизма* по имени бога подземного царства Нептуна.

В первой половине XIX века английский ученый *У. Смит* установил, что возраст осадочных горных пород примерно соответствует возрасту остатком организмов.

Закономерность распределения элементов в земной коре

Выявление закономерности распространении химических элементов (ХЭ) на планете интересовал ученых с давних пор. Определенные ответы можно было получить после открытия периодического закона *Д.И. Менделеевым* в 1868 г., разработки теории строения атома.

Первая оценка распространенности химических элементов проведена американским геохимиком *Ф.У. Кларком* в 1889 г., который рассматривал магматические породы как первичные. Осадочные, метаморфические породы – как вторичные продукты преобразования магматического вещества, по составу приближающиеся к магматическим породам. Усреднение огромного числа случайных проб химическими лабораториями геологической службы США стало итогом работы по установлению "*Среднего состава Земной коры*". Состав оказался близким к естественной "средней пробе" продуктов выветривания – ледниковым глинам Скандинавии (*В.М. Голдшмидт*, 1934 г.).

В.И. Вернадский в книге "*Биосфера*" (1926 г.) сформулировал важнейшее положение – о единстве вещества всей наблюдаемой Вселенной, о единстве вещества Земли и вещества Солнечной системы. Наблюдаемые

систематические различия распространенности химических элементов в веществе земной коры и недифференцированном веществе Солнечной системы, как подчеркнуто в оговорке В.И. Вернадского, для большинства химических элементов остаются в пределах порядка величины. А.П. Виноградов в 1955 г. экспериментально установил эмпирическую закономерность перераспределения химических элементов в ходе геохимической эволюции - вещество коры Земли обогащается "легкоплавкими" элементами, понижающими температуру плавления силикатных систем.

Авторами П.В. Елпатьевским и В.С. Аржановой отмечается, что химический состав земной коры определяется двумя природными процессами - нуклеосинтезом химических элементов, протекающим при эволюции Звезд и перераспределением их в ходе геохимической дифференциации (генезиса) земного вещества. Количественным результатом первого процесса является распространение элементов в космосе и определяется стабильностью ядер атомов, на распределение элементов в ходе генезиса кроме стабильности ядер оказывают влияние многие физико-химические свойства веществ, в том числе и строение электронных оболочек их атомов.

Итальянским физиком Дж. Оддо (1914) было сделано предположение, что в земной коре преобладают химические элементы с четными порядковыми номерами и четными атомными массами. Позднее американским ученым У. Гаркинсом было установлено, что из двух соседних $XЭ$ периодической системы Д.И. Менделеева содержание в земной коре четного элемента находится больше (правило Оддо-Гаркинса). Данное правило хорошо оправдывается на примере восьми основных элементов, образующих 99 % массы $ЗК$. Из них четные элементы составляют 86 %, а нечетные - всего 13 % (Опарин, 1966). В то же самое время было отмечено, что наиболее распространенные химические элементы имеют малую атомную массу. В последствии, после разработки теории строения атома было установлено, что с усложнением строения ядра, т.е. с увеличением числа нуклонов (протонов и нейтронов) в ядре кларки земной коры ($ЗК$) уменьшались. Это прослеживается на графической зависимости А.Е. Ферсмана (кларков от атомных масс), где отмечается уменьшение величины кларка с усложнением строения ядра атома. Наблюдаемые отклонения от средней линии устойчиво выдерживались и отражали какие-то иные процессы перераспределения элементов в процессе выветривания и круговорота вещества в литосфере.

Глазовская М.А. выдвинула предположение, что на распределение элементов в земной коре определенную роль оказали в свое время и *оказывают в настоящий момент биомасса растений, живого вещества (биоты) почвы*. Согласно высказанному мнению составы этих систем должны коррелировать друг с другом и подчиняться единой природной закономерности, вытекающей из фундаментального естественного закона природы. Для подтверждения такого мнения был проведен анализ изменения кларков элементов от нейтронно-протонного отношения ядра атома n^0/p^+ химического элемента, $XЭ$. Полученные данные представлены в таблице.

Данные кларков литосферы ($Kл$), $lg Kл$, постоянных величин " B " и " k " зависимости (1) а также n^0/p^+ от порядкового номера химического элемента - $XЭ$

Элемент $XЭ$	Порядковый Номер	n^0/p^+	Кларк	$lg Kл$	Группа $XЭ$	Коэффициенты	
						" B "	" k "
O	8	1,000	47,2	1,674	1	4,0	13,8
Al	13	1,075	8,8	0,944	"		
Si	14	1,005	27,6	1,440	"		
Fe	26	1,15	5,1	0,708	"		
Na	11	1,090	2,64	0,415	2	3,0	6,9
Mg	12	1,025	2,10	0,322	"		
K	19	1,060	2,60	0,415	"		
Ca	20	1,004	3,60	0,556	"		
Ti	22	1,180	0,60	-0,22	"		
C	6	1,002	0,1	-1,000	4	0,1	4,6
P	15	1,065	0,08	-1,100	5		
S	16	1,004	0,05	-1,13	6		
Cl	17	1,009	0,05	-1,13	7		

*Величины кларков $XЭ$ были взяты из опубликованных источников: Земной коры - А.П. Виноградова, 1962; состав почвы - Кудрина, 1963; данные по микроэлементам - Р.Р. Брукса, 1984.

Из приведенных в таблице данных видно, что изменения кларков элементов ZK зависит от n^0/p^+ :

$$q = B \exp(-k \cdot n^0/p^+), \quad (1)$$

где q - количество элемента; B и k – опытные постоянные.

В таблице приведены кларки, логарифмы кларков химических элементов ($XЭ$), их порядковые номера в периодической системе Д.И. Менделеева, их нейтронно-протонные отношения ядер.

Постоянные уравнения (1) - " B ", " k " трех групп принадлежности $XЭ$ по распространенности (1, 2 и 3) закономерно уменьшаются при переходе от первой группы наиболее распространенных элементов к третьей, менее распространенных элементов.

Опытные коэффициенты распространенности элементов в земной коре, биомассе растений и золе почвенных животных, их закономерная согласованность между собой служат убедительным доказательством тому, что, во-первых, закономерности (1) справедлива и, во-вторых, что накопление микроэлементов в земной коре и в почве имеет в основном биогенный характер.

Таким образом, на основе проведенного статистического анализа кларков элементов в зависимости от n^o/p^+ была получена закономерность, описывающую изменение количественного состава ХЭ в земной коре.

Очевидно и процессы, лежащие в основе генезиса гумуса и выработанные механизмы в эволюции формирования живого и косного вещества планеты также подчиняются определенным, пока не выявленным закономерностям.

Список литературы

1. Бондарев В.П. *Концепции современного естествознания*. - М. - 2003 – 464с.

2. Мелехова Н.И. *Взаимосвязь элементов питания с периодической системой Д.И.Менделеева*. Деп. N 494-87 В НИИТЭИ Агрпром от 11.11.87.

Содержание

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Горшков Л.К., Буканов А.А., Осецкий А.И., Спиринов В.И., Будюков Ю.Е. Особенности циркуляционной системы алмазных буровых коронок нового поколения.....	3
Кожуховская О.А. Моделирование гетероскедастических процессов.....	9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Терновых И.И. Устойчивость непрерывных нечетких систем. Нечеткая производная.....	10
Гераськин А.А., Смирнова М.Н., Кецо В.А. Моделирование процесса кристаллизации пленок состава $Mg(Fe_{0.8}Al_{0.2})_2O_{4-\delta}$ на кремнии.....	13
Найдёнов Е.В., Якименко И.В. Разработка системы комплексного контроля параметров окружающей среды в технологическом процессе.....	16
Гартман Т.Н., Проскуро Е.А., Советин Ф.С. Алгоритм расчёта адиабатических реакторов с тонким слоем катализатора, работающих в автотермическом режиме.....	17

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Вакулин И.В., Талипов Р.Ф., Саяхов Р.Р., Матвеев Е.А., Салахутдинов Р.Р., Исламова Г.И. Количественная оценка эффективности синтезов 9-оксо-2Е-деценной кислоты.....	20
Корзина М.И., Лысенко А.А., Лысенко В.А., Майоров И.С., Сальникова П.Ю. Применение информационной модели системного проектирования для дизайна вэб-сайта.....	21
Самойлов Н.А. Разработка математических моделей каталитической дезактивации цеолитов в многоцикловых процессах.....	22
Хохлов В.А., Корзун И.В., Докутович В.Н., Омельчук А.А., Савчук Р.Н., Зайков Ю.П., Дедюхин А.Е. Модельный критерий для описания и прогнозирования теплофизических свойств фторидных расплавов.....	24
Тявкин И.В. Модель информационной системы симуляции полета группы летательных аппаратов.....	26

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пушилина Ю.Н. Компьютерное и информационное обеспечение в строительной науке.....	29
Пушилина Ю.Н. Информационное обеспечение управления строительными системами.....	30
Долгих П.П., Зайцева Е.И., Челондаев Н.А., Гузев С.А. Информационное обеспечение в решении задач энергосбережения агропромышленного комплекса.....	33
Калабин А.Л., Удалов Е.В. Анализ динамических характеристик формирования нитей из расплава при различных скоростях намотки.....	37
Медведев А.В., Первушин В.Ф. О непараметрическом моделировании динамических объектов.....	40

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Коробова Н.А. Автоматизированные системы экологического мониторинга.....	45
Алиев А.М., Таиров А.З., Гусейнова А.М. Определение параметров кинетической модели термического процесса получения бензола.....	48
Чикуров А.В., Матвеев Д.С., Хусниязов М.Х. Вопросы повышения безопасности эксплуатации газофракционирующей установки с применением системы поддержки принятия решения в аварийных ситуациях.....	52
Старков В.М. О развитии геоинформационной системы (ГИС) радиационного баланса земной поверхности применительно к Средней Сибири.....	55
Мелехова Н.И., Семашко С.В. Диалектика научных представлений на формирование почв.....	59