



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 3/4 - 2014 (март/апрель)

Учредитель журнала  
Общество с ограниченной  
ответственностью  
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

#### Редакционный совет

**А.В. Царегородцев** — д.т.н., профессор Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

**Ю.Б. Миндлин** — к.э.н., доцент Московского

государственного индустриального университета

**М.М. Безрукова** — д.б.н., профессор, директор Института возрастной физиологии РАО

**Н.Н. Грачев** — профессор Московского государственного института электроники и математики НИУ ВШЭ, доктор высшей степени в области технических наук (Doctor Habilitatus)

**А.И. Гусева** — д.т.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"

**А.Я. Качанов** — д.воен.н., профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

**Е.Ю. Клименко** — д.ф.-м.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"

**С.М. Надежкин** — д.б.н., профессор Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии

**Б.А. Прудковский** — д.т.н., профессор, эксперт по высшему образованию группы компаний "ИНТЕРСЕРТИФИКА"

**С.Э. Саркисов** — д.м.н., профессор Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии

**В.В. Сергиевский** — д.х.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"

**А.П. Симоненков** — д.м.н., профессор Института хирургии им. Вишневского РАМН

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью  
«Научные технологии»

Адрес редакции и издателя:  
109443, Москва,

Волгоградский пр-т, 116–1–10

Тел./факс: 8(495) 755–1913

E-mail: redaktor@nauteh-journal.ru

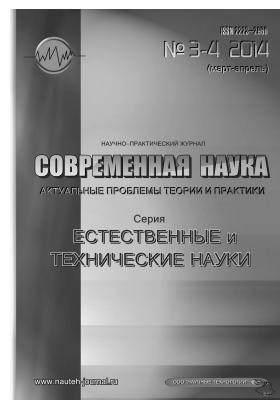
http://www.nauteh-journal.ru

http://www.vipstd.ru/nauteh

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77–44912 от 04.05.2011 г.

© Современная наука:  
Актуальные проблемы теории и практики



В НОМЕРЕ:

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ (ПО ОТРАСЛЯМ)  
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА  
ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)  
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  
И ПРОИЗВОДСТВАМИ (ПО ОТРАСЛЯМ)  
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)  
АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОФИЗИКА  
ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ  
МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ,  
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
ТЕХНОЛОГИЯ КОЖИ И МЕХА  
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Журнал издается с 2011 года

Редакция:  
Главный редактор  
**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор  
**Ю.Б. Миндлин**  
Верстка  
**Д.М. Замятин**

Подписной индекс издания  
в каталоге агентства "Почта России" — 80016

В течение года можно произвести подписку  
на журнал непосредственно в редакции

Авторы статей  
несут полную ответственность за точность  
приведенных сведений, данных и дат

При перепечатке ссылка на журнал  
«Современная наука: Актуальные проблемы  
теории и практики» обязательна

Журнал отпечатан в типографии  
ООО "КОПИ-ПРИНТ"  
тел./факс: (495) 973–8296  
Подписано в печать 30.05.2014 г.  
Формат 84×108 1/16

Печать цифровая  
Заказ № 0000  
Тираж 2000 экз.

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

**А.Я. Качанов**

Оценка эффективности научных результатов.  
*A. Kachanov – Evaluating the effectiveness of scientific results* ..... 3

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ (ПО ОТРАСЛЯМ)

**К.Г. Амов**

Ретроспективный анализ предпосылок формирования научного направления «Управление качеством ИТ-услуг с использованием малых проектов».  
*K. Amov – Retrospective analysis of prerequisites for the formation of scientific direction “Quality management of Internet Services using small projects.* ..... 14

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

**А.В. Каратанов**

Построение информационных моделей изделий авиационной техники в едином информационном пространстве на стадии проектирования.  
*A. Karatanov – The construction of information models of aircraft equipment products in a single information space at the design stage* ..... 21

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

**В.Ф. Беккер**

Оценка чистого запаздывания аппарата вакуумной сепарации губчатого титана как объекта управления.  
*V. Bekker – Net delay estimate in process of titanium sponge vacuum separation apparatus as a controlled object* ..... 26

**Н.В. Бильфельд**

Моделирование схем управления на микропроцессорных контроллерах.  
*N. Bifeld – Modeling of control systems with microprocessors controllers* ..... 31

**А.В. Затонский**

Оптимизация настроек регулятора путем имитационного моделирования.  
*A. Zatonskiy – The optimization of control parameters by imitation modeling* ..... 36

## МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**С.В. Суханов**

Анализ способов преселекции ячеек памяти физически неклонированных функций.  
*S. Sukhanov – Analysis of physically preselection memory non-clonable functions* ..... 43

## ТЕХНОЛОГИЯ КОЖИ И МЕХА

**Л.В. Ларина**

Вакуумно-капиллярная гигротермическая обработка как нанотехнология в производстве натуральных кож, меха и обуви.  
*L. Larina – Vacuum and capillary gigotermichesky processing as nanotechnology in production of natural skin, furs and footwear* ..... 53

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Н.М. Абдулнаби, И.М. Сенан**

Синтез новых производных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонана.  
*N. Abdalnabi, I. Senan – Synthesis of new derivatives of 3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonane* ..... 56

## АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОФИЗИКА

**В.И. Костюк**

Гидротермические условия формирования урожая картофеля на Кольском Севере.  
*V. Kostyuk – Hydrothermal conditions for the formation of potato yields in the Kola North* ..... 60

## ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

**В.О. Щепин, А.В. Масыкин**

Факторы летальности больных шизофренией в городе Москве (2007-2013 гг.).  
*V.O. Schepin, A.V. Masyakin – Factors of mortality of patients with schizophrenia in Moscow (2007-2013, respectively)* ..... 64

# CONTENTS

№ 3/4-2014  
(март-апрель)

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

**Качанов А.Я.**

д. воен.н., Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)  
kachanow@yandex.ru

**Аннотация:** Раскрыта сущность основных оценочных категорий – *эффективность, эффект, результативность, степень реализации потенциальных возможностей, затраты, ресурсы* и показана область их применения. Это обусловлено тем, чтобы исключить противоречивость, неопределенность и различные толкования используемых понятий. Кроме того, это особенно важно, когда применяют терминологию, используемую в одной области знаний к другой. Приведены примеры имеющихся разночтений понятия *эффективность* и словосочетаний, основу которых оно составляет.

**Ключевые слова:** оценка, эффективность, научные результаты, критерий.

## EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF SCIENTIFIC RESULTS

**Kachanov A. Y.**

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

**Abstract.** *The essence of the main evaluation categories - efficiency, effect, effectiveness, degree of realization of the potential costs, resources, and shows the scope of their application. This is because, to avoid inconsistency, ambiguity and different interpretations of the terms used. Furthermore, it is especially important when used terminology used in the field of knowledge of one another. The examples of the effectiveness of existing discrepancies concepts and phrases that are based on it is.*

**Keywords:** *evaluation, efficiency, scientific results, the criterion.*

Исходя из требований Положения о присуждении ученых степеней [9] п. 9 полученные результаты и предлагаемые рекомендации должны быть *«критически оценены по сравнению с известными решениями»*. Поэтому каждый соискатель обязан оценить и показать насколько его результаты и выработанные рекомендации лучше аналогичных решений, полученных предшественниками. Однако, как показывает опыт, это является одним из самых сложных для соискателей вопросов как при написании диссертации, так и в ходе ее защиты.

За последние годы делались попытки разработать универсальную методику оценки научных результатов [2]. Однако необходимо отметить, что задача объективной оценки результатов научной (научно-технической) деятельности еще весьма далека от своего завершения. Большинство рекомендуемых в этих работах методов вследствие их несовершенства не зарекомендовали себя как эффективный аппарат.

Существует, в частности, и такая точка зрения, что объективная оценка научных результатов вооб-

ще невозможна вследствие «расплывчатости», неопределенности многих категорий науковедения, наличия ряда принципиально неформализуемых явлений и процессов, неразработанности соответствующих методов оценки, что приводит к неоднозначности как постановок задач оценки научных результатов, так и самих результатов оценки [8].

Отсутствие единых подходов к оценке научных результатов во многом объясняется тем обстоятельством, что как бы ни была велика потребность в простом и надежном методе их оценки, определение указанной оценки – всегда исследование, и, как любое исследование, оно требует творческого подхода.

Как показывает опыт работы в диссертационных советах, одной из причин, обусловивших низкое состояние методического аппарата оценки полученных результатов, является отсутствие единого понимания используемых при этом основных оценочных категорий (*качество, эффективность, эффект, результативность, степень реализации потенциальных возможностей и др.*) не только у соискателей, но и среди

членов советов. Если ученые мужи не могут прийти к единому мнению, то что в этой ситуации можно говорить о начинающих исследователях. Поэтому не мудрено неискушенному в этих делах начинающему исследователю запутаться.

Вносят дополнительную смуту в этот процесс и некоторые публикации, в которых авторы достаточно вольно обращаются с понятийным аппаратом.

Поэтому чтобы облегчить работу соискателей в статье даны рекомендации по оценке полученных новых знаний.

Одним из наиболее часто используемых показателей для оценки различных вариантов действий, принимаемых решений (управленческих, организационных и др.), в том числе и для оценки научных результатов, является *эффективность*. Однако, как показывает практика, некоторые соискатели эту категорию не всегда применяют правильно. В первую очередь это связано с тем, что в своих диссертациях они неверно трактуют сущность этого термина. Это обусловлено тем, что во многих публикациях, которые соискатели используют в качестве первоисточника, с этой категорией обращаются достаточно вольно. Особенно большие разночтения происходят со словосочетаниями, основу которых составляет категория *эффективность*. В результате чего по изданиям «гуляет» довольно большое количество различных определений этой важнейшей для теории и практики категории. При этом их авторы дают различные толкования этого понятия, которые имеют между собой существенные различия как по редакции, так и по своей сути. А как известно, исходным пунктом формирования любой науки является точное определение понятийного аппарата, которым оперирует данная область знаний. Это необходимо для того, чтобы исключить противоречивость, неопределенность и различные толкования используемых понятий. Кроме того, это особенно важно тогда, когда мы хотим применить терминологию, используемую в одной области знаний к другой.

Недостатки, имеющиеся в применяемой терминологии, нередко затрудняют взаимопонимание между специалистами, что тормозит развитие данной от-

расли науки, создают сложности в учебном процессе, научно-исследовательской деятельности, на практике ведут к целому ряду недоразумений и даже ошибок. Поэтому чтобы этого избежать в первую очередь необходимо разобраться в сущности основных понятий, которые использует данная сфера науки.

В этой связи, чтобы в дальнейшем исключить имеющиеся разночтения понятия *эффективность* и словосочетаний, основу которых оно составляет, рассмотрим, как его трактуют в имеющейся справочно-нормативной и научной литературе.

*Эффективность* – относительный эффект, результативность процесса, операции, проекта, определяемые как *отношение эффекта, результата к затратам, расходам*, обеспечившим его получение [10].

*Эффективность: связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами* [6].

Для количественной оценки эффективности используют зависимость

$$\mathcal{E} = \frac{P}{3},$$

где  $P$  – результат функционирования оцениваемой системы;

$3$  – затраты, обеспечившие получение результата.

В зависимости от целей исследования числитель и знаменатель этой дроби могут быть детализованы, что, в свою очередь, позволяет провести факторный анализ показателя эффективности, на базе которого была проведена детализация.

Если проанализировать приведенные выше определения, то можно сделать вывод, что при относительно разных редакциях приведенных определений во всех их *эффективность* имеет явно экономическое содержание и *выражает связь между достигнутыми результатами и использованными для их достижения ресурсами (затратами)*. Это и понятно, т.к. принято считать, что термин “эффективность” появился первоначально именно в экономической литературе. Вместе с тем, в некоторых научных и учеб-

ных изданиях термин *эффективность* понимается как степень достижения некоторой цели. В этих публикациях идет подмена понятия *результативность* понятием *эффективность*, т.к. согласно [6] *степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов* (т.е. степень достижения поставленной цели) это – **результативность**. В то же время, некоторые авторы используют их как синонимы. Правильно ли это?

Как известно, что одной и той же цели (результата) можно достичь разными путями и с разным расходом для этого сил и средств. Если все пути (решения, действия) обеспечивают достижение поставленной цели, то все они будут *результативными*. Однако наиболее *эффективным* будет то решение (действие), которое обеспечит получение наибольших результатов при заданных затратах, либо получение заданных результатов при наименьших затратах. В этом и есть суть эффективности. Поэтому **результативно – это еще не значит, что эффективно**. И наоборот, используя эффективно то или иное средство не всегда (если поставлена нереальная цель) можно достичь поставленной цели. То есть, действия будут эффективны, но не результативны (по степени достижения поставленной цели).

Поэтому результативность может быть лишь одним из показателей оценки системы, т.к. функционирование любой системы должно быть целенаправленным.

Для количественной оценки результативности используют зависимость

$$P = \frac{P_d}{P_z}$$

где  $P_d$  - достигнутый результат функционирования оцениваемой системы;

$P_z$  – запланированный результат функционирования системы.

Исходя из вышесказанного можно сделать выводы, что функционирование (действие) системы может быть:

- *результативным* – поставленная цель достигается;
- *нерезультативным* – поставленная цель не достигается;
- *эффективным* – результат превышает затраты, требуемые на его получение;
- *неэффективным* – результат ниже затрат, требуемых на его получение;
- *результативным, но неэффективным* – поставленная цель достигается при затратах выше полученных результатов при ее достижении;
- *эффективным, но не результативным* – результат превышает затраты, однако поставленная цель не достигается;
- *результативным и эффективным* – поставленная цель достигается при затратах ниже полученных результатов при ее достижении.

Таким образом, исходя из проведенного выше анализа определений *эффективности*, приведенных в различных нормативно-справочных источниках, можно сделать вывод, что такая путаница и является в первую очередь причиной слабой разработанности методологии оценки различных видов эффективности, в том числе и оценки эффективности научных результатов. Поэтому и неудивительно, что соискатели путаются и не могут до конца понять, где же в конечном итоге истина в разрешении этого вопроса и как результат – неправильная оценка результатов диссертационных исследований.

В зависимости от специфики исследуемого объекта (системы) и целей его оценки эффективность подразделяют на *экономическую, политическую, социальную, экологическую, медицинскую, боевую и др.* Однако, границы между этими понятиями довольно условные, т.к. во многих случаях при оценке одного и того же объекта одновременно оценивают несколько видов эффективности (экономическую и экологическую, боевую и экономическую и т.п.).

Если путаница происходит в понимании самой категории *эффективность*, то можно представить, что происходит со словосочетаниями, основу которых составляет этот термин. Чтобы правильно ориентироваться во всех этих публикациях, необходи-

мо понимать, какими критериями при этом следует руководствоваться.

Исходя из общепринятых правил [7], которыми следует руководствоваться при построении новых терминов–словосочетаний, **термины, привлекаемые в качестве терминологических элементов, должны быть использованы в тех значениях, в которых они применяются как самостоятельные.** Отсюда следует, что различные словосочетания с категорией *эффективность*, по своей сути не должны идти вразрез с этим основополагающим понятием, т.е. *показывать связь между достигнутым результатом и использованными для этого ресурсами.*

Давайте посмотрим, как в настоящее время используются словосочетания, основу которых составляет термин *эффективность*.

*Экономическая эффективность* – результат производственной деятельности, выражаемый в виде соотношения между итогами хозяйственной деятельности и затратами ресурсов [11].

Как видим, понятие *экономическая эффективность* не противоречит общему понятию *эффективности*, чего не скажешь о других видах эффективности (политической, социальной, экологической, боевой и др.).

Так, например, понятие *экологическая эффективность (характеристики экологичности)* трактуется в нормативном документе [5] как – *измеряемые результаты системы управления окружающей средой, связанные с контролем организацией ее экологических аспектов, основанных на ее экологической политике, а также на целевых и плановых экологических показателях.* Из данного определения вообще сложно понять, что здесь оценивается, экология как таковая или же система управления окружающей средой.

Если руководствоваться вышеуказанным правилом, то правильнее, наверное, было бы такое определение – *экологическая эффективность – это оценка мероприятий, направленных на улучшение экологических аспектов окружающей среды, выражаемая в виде соотношения между результатами этих мероприятий и затраченными для этого ресурсами.*

Практически во всех диссертациях, посвященных военной тематике, для оценки выработанных рекомендаций используют категорию ***боевая эффективность***. Проанализировав публикации, использующих категорию *боевая эффективность*, можно сделать вывод, что в большинстве из них она понимается как *степень достижения поставленной цели*, что также противоречит общепринятым принципам построения новых терминов–словосочетаний. Если руководствоваться таким определением боевой эффективности, то *«стрелять из пушки по воробьям будет эффективно»*. Кроме того, при таком подходе дается зеленый свет для действия принципа – *цель оправдывает средства*, со всеми вытекающими из него последствиями. Кто посмеет осудить командира, действующего таким образом «эффективно», принеся в жертву неоправданно большое количество человеческих жизней ради достижения поставленной цели (боевой задачи)? При таком понимании категории *боевая эффективность* мы допускаем не только методологическую ошибку, но и, не желая того, наносим еще и ущерб нравственному воспитанию наших командиров (начальников). Поэтому, чтобы это исключить необходимо выработать научно обоснованное определение этой важнейшей для военной науки категории.

Исходя из общего определения *эффективности*, можно сказать, что ***боевая эффективность – это результат оценки боевой деятельности войск, характеризующийся отношением полученного результата к затраченным ресурсам, обусловившим его достижение.***

Повышать боевую эффективность войск – это значит наиболее рационально использовать имеющиеся ресурсы (людские, материальные и др.) для увеличения результатов операции (боя), постоянно соотносить затраты с полученными результатами, добиваться, чтобы задействованные силы и средства давали максимальную отдачу. Те действия будут более эффективны, которые обеспечивают достижение поставленной цели операции (боя) при расходовании для этого меньших затрат.

Аналогичные недостатки во многих случаях присущи и при оценке других видов эффективности – политической, социальной, медицинской и др.

Рассмотрит некоторые наиболее часто встречающиеся в диссертационных исследованиях объекты (системы), для оценки которых используется категория *эффективность*.

Во многих диссертациях рассматриваются вопросы совершенствования управления той или иной системой и где в качестве оценки альтернатив используют категорию *эффективность*. При этом существует два подхода к пониманию *эффективности управления*. Первый как *степень достижения поставленной цели*, и второй – *путем сопоставления результата, полученного в системе, с затратами, связанными с достижением данного результата*. Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что первый подход к пониманию *эффективности управления* неправильный. Поэтому под *эффективностью управления* следует понимать *оценку управленческих мероприятий, направленных на достижение поставленных целей операции, выражаемую в виде соотношения между результатами этих мероприятий и затраченными для этого ресурсами*. Тот вариант управления более эффективен, который обеспечивает достижение поставленной цели при меньших для этого затратах (финансовых, материальных, временных и др.). Однако в диссертационных исследованиях при поиске путей повышения эффективности управления основное внимание уделяется совершенствованию систем управления. В этом случае в первую очередь следует оценивать экономическую эффективность совершенствования системы управления. Для оценки экономической эффективности совершенствования системы управления можно использовать зависимость

$$\mathcal{E}_{cy}^{(э)} = \frac{П_{cyc} - П}{Z_{cyc}},$$

где  $П_{cyc}$ ,  $П$  – прибыль организации соответственно с усовершенствованной и исходной системой управления;

$Z_{cyc}$  – затраты, понесенные в связи с усовершенствованием системы управления.

Данная зависимость может быть также использована для оценки экономической эффективности совершенствования и иных систем (обеспечения, обслуживания и др.).

В настоящее время очень много внимания уделяют качеству производимой продукции (работ, услуг). Это обусловило повсеместное создание систем управления качества (СУК), формирование и содержание которых требует соответствующих затрат. В этой связи у многих руководителей правомерно возникает вопрос: Насколько окупаются эти затраты? Данное обстоятельство инициировало проведение целого ряда исследований, в том числе и разработку диссертаций посвященных оценке экономической эффективности систем управления качеством в организациях различного функционального предназначения. При этом предлагаются различные подходы к оценке их экономической эффективности, существенно отличающиеся друг от друга.

Исходя из вышеизложенного можно сказать, что экономическая эффективность системы управления качеством организации будет равна

$$\mathcal{E}_{cyc}^{(э)} = \frac{P_{cyc} - P}{Z_{cyc}},$$

где  $P_{cyc}$ ,  $P$  – результаты функционирования организации (величина прибыли) соответственно при наличии СУК и при ее отсутствии;

$Z_{cyc}$  – затраты на создание и содержание СУК.

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность управления, является *эффективность принятого решения*. В научно-методической литературе также встречаются различные, принципиально отличающиеся определения этой категории теории управления. На наш взгляд, под *эффективностью решения* следует понимать *оценку реализации принятого решения, выражаемую в виде соотношения между результатами в следствие его исполнения и затраченными для этого ресурсами*. Эффективность

решения показывает, насколько оно обосновано применительно к конкретным условиям обстановки (экономической, политической, экологической, природно-климатической, социальной, боевой и т.п.). Эффективность решения может оцениваться как на этапе его принятия – при оценке альтернатив (методом прогнозирования результатов его реализации), так и после его исполнения.

Как видно из проведенного выше анализа определений категории эффективность, ее во многих случаях связывают со степенью достижения цели операции. В тоже время существует понятие **эффективность достижения цели операции**, которую можно определить по зависимости:

$$Э_{ц} = \frac{P_{ц}}{З_{ц}},$$

где  $P_{ц}$  – результаты полученные при достижении поставленной цели;

$З_{ц}$  – ресурсы, затраченные для достижения цели.

В данном случае, если принять для всех вариантов действий  $P_{ц} = \text{const}$  (или условно  $P_{ц} = 1$ ), а переменной являются только затраты ( $З_{ц}$ ), то такой способ можно применять для сравнительной оценки возможных путей достижения поставленной цели. Здесь можно также оценивать не только качественно тот или иной вариант действий – *лучше–хуже*, но и на сколько он лучше или хуже.

Если же поставленная цель операции не достигнута, то это не обязательно, что система функционировала неэффективно. Просто в некоторых случаях цель ставится необоснованной и поэтому для конкретных условий она является недостижимой (недостаточность тех или иных видов ресурсов, времени, плохой учет отрицательного влияния внешней среды и т.п.). И хотя система полностью реализует свои потенциальные возможности (функционирует эффективно), но вместе с тем поставленной цели не достигает.

Для оценки эффективности должен быть обоснован и определен **критерий или показатель эффективности**. Критерий эффективности является

основным инструментом, обеспечивающим количественное обоснование рациональных или целесообразных решений.

**Критерий** (от греч. *kriterion* — средство для суждения) — признак, на основании которого производится оценка (например, оценка качества системы, ее функционирования), сравнение альтернатив (т.е. эффективность различных решений), классификация объектов и явлений [13]. Например, критерий эффективности характеризует уровень эффективности системы.

Основной принцип выбора критерия эффективности состоит в установлении строгого соответствия между целью, которая должна быть достигнута в результате планируемых действий (операций), потенциальными возможностями оцениваемой системы и избираемым критерием. Кроме того, критерий должен иметь четкий физический смысл.

Для оценки эффективности системы может использоваться система критериев, характеризующих различные факторы, определяющие ход и исход действий. Такими частными критериями могут быть: *степень реализации потенциальных возможностей, степень достижения поставленной цели (результативность), сроки выполнения операции, себестоимость продукции, трудозатраты на единицу продукции (выхода) и др.*

При этом частные критерии эффективности должны отражать влияние составных частных факторов на общую эффективность.

Следует подчеркнуть, что численные значения критериев эффективности, как правило, должны носить сравнительный характер, т.е. характеризоваться либо отношением, либо «расстоянием» между значениями показателей операций, которые могут быть достигнуты к оптимальным или требуемым показателям. Значения показателей, которые могут быть достигнуты, определяются на основе применения соответствующих математических моделей или задач [14].

Таким образом, для того, чтобы обосновать принимаемый критерий эффективности, необходимо:

- сформулировать цель (цели), которая должна быть достигнута в результате планируемых действий - операции;



- оценить потенциальные возможности системы;
- определить содержание показателей, наиболее существенно влияющих на процесс функционирования системы и конечный результат действий;
- в соответствии с этим принять критерий эффективности или систему критериев (частных показателей);
- в системе критериев определить основной (главный) либо обосновать правило получения главного критерия на основе частных критериев.

Следует подчеркнуть еще раз то, что главный (обобщенный) должен, как правило, характеризовать конечный результат.

Важным положением при выборе критерия эффективности является его конструктивность, т.е. возможность вычисления, при различных значениях исходных параметров. Это в первую очередь определяется математической моделью, которая принята для описания реального процесса функционирования системы. Показатель эффективности должен быть критичным к исходным параметрам управления,  $v_1, v_2, \dots, v_m$ , т.е. изменять свое значение при изменении этих параметров. Следует подчеркнуть, что важнейшим положением, обеспечивающим объективную оценку эффективности операции по принятому критерию, является адекватность модели, т.е. правильное отражение реального процесса с помощью соответствующей математической модели.

На основе анализа целей операции системы, наиболее существенных ее показателей из системы критериев выбирается один критерий, который определяется как главный, основной или общий. В качестве главного критерия может приниматься и критерий, который получают различными способами на основе системы критериев, каждый из которых определяется как частный показатель эффективности. Такой критерий, получаемый на основе частных, обычно называется обобщенным показателем или критерием эффективности. Главный, основной критерий должен, как правило, характеризовать конечный результат действий или операции [14].

Для получения обобщенных критериев наиболее часто используются две основные формы интегрального показателя эффективности: *аддитивная* (средневзвешенное суммирование  $y = \sum b_i \cdot v_i$ ) и *мультипликативная* (умножение  $y = \prod b_i \cdot v_i$ ).

Наряду с понятием критерий эффективности весьма важным является понятие *критерий оптимальности*. Если критерий эффективности характеризует уровень эффективности системы, то критерий оптимальности показывает насколько система близка к оптимальному состоянию

**Критерий оптимальности** – признак, по которому вариант функционирования системы признается наилучшим из возможных, т.е. когда показатель эффективности, принимает предельное (максимальное или минимальное) значение. Соответствующее ему решение часто определяют как оптимальное. Следовательно, по степени приближения критерия эффективности к критерию оптимальности можно судить об эффективности соответствующих решений или действий. Применительно к конкретным экономическим решениям *критерий оптимальности* – показатель, выражающий предельную меру экономического эффекта принимаемого хозяйственного решения, используемый для сравнительной оценки возможных решений и выбора наилучшего из них; это может быть, например, максимум прибыли, минимум затрат, кратчайшее время достижения цели [10].

Выбор или формирование критерия оптимальности – главный вопрос сравнительной оценки альтернатив. При этом основным методологическим принципом является системный подход к оценке возможных решений.

Сравнение альтернатив нужно всегда проводить по одному критерию. Однако это не исключает возможности поочередной оценки вариантов сначала по одному, а затем по другому критерию.

Критерий оптимальности носит обычно количественный характер, т.е. он применяется для того, чтобы качественный признак плана, выражаемый соотношением “лучше-хуже”, переводить в количественно определенное “больше-меньше”. Но могут

применяться и порядковые критерии. В последнем случае определяется лишь то, что один вариант лучше или хуже других, но не выясняется, насколько именно.

В экономико-математических задачах критерий оптимальности соответствует математическая форма – целевая функция, экстремальное значение которой характеризует предельно достижимую эффективность моделируемого объекта (т.е. наилучшие в заданном отношении структуру, состояние, траекторию развития). Другим возможным выражением критерий оптимальности является шкала (оценок полезности, ранжирования предпочтений и т.д.).

В некоторых работах используют понятие *потенциальная эффективность*, как предельно достижимую эффективность, которое по своей сути можно считать синонимом понятия *оптимальная эффективность*. Хотя потенциальная эффективность обычно рассчитывается без учета возможных потерь, вызванными объективными условиями воздействия внутренней и внешней средами. В то время как при расчете оптимальной эффективности эти воздействия должны учитываться.

Для многих соискателей характерной ошибкой в ходе защиты является утверждение о том, что средство-прототип является неэффективным. Но в то же время никаких доказательств при этом не приводится. Более того, в некоторых случаях средство-прототип при детальном его рассмотрении оказывается даже эффективнее предлагаемого.

Следует отметить, что если в некоторых случаях возникают сложности при определении даже экономической эффективности, когда имеются все исходные данные, результаты и затраты в денежном выражении, то что говорить о других видах эффективности – политической, социальной, экологической, боевой и др., когда результаты и затраты для их достижения разнородны имеют разную размерность. В этих условиях практически невозможно объективно количественно определить их эффективность. В подавляющем большинстве случаев в этом и нет необходимости. В конечном итоге эффективность нужна не ради эффективности, а для выбора лучшего

варианта решения, она является инструментом этого выбора. В таких случаях нужно лишь выяснить какая из оцениваемых альтернатив лучше и по возможности насколько.

В зависимости от ситуации можно рекомендовать следующие подходы для выбора лучшего решения.

1. При достижении поставленной цели ( $P_1=P_2=\dots=P_i$ ) требуются разные объемы затрат ( $Z_1\neq Z_2\neq\dots\neq Z_i$ ). Более эффективным является решение, реализация которого требует наименьших затрат ( $Z_{\min}$ ). Для количественной оценки предпочтения вариантов можно использовать зависимость:

$$K_j = \frac{Z_i}{Z_{\min}}$$

2. При равных объемах затрат ( $Z_1=Z_2=\dots=Z_i$ ) достигаются разные результаты ( $P_1\neq P_2\neq\dots\neq P_i$ ). Более эффективным является решение, при реализации которого достигается максимальный результат ( $P_{\max}$ ). Для количественной оценки предпочтения вариантов можно использовать зависимость:

$$K_j = \frac{P_{\max}}{P_i}$$

3. При полученных разных результатах ( $P_1\neq P_2\neq\dots\neq P_i$ ) расходуемые разные объемы затрат ( $Z_1\neq Z_2\neq\dots\neq Z_i$ ). В этом случае следует определить величину затрат на единицу результата:

$$C_i = \frac{P_i}{Z_i}$$

Более эффективным является решение, при реализации которого величина затрат на единицу результата является наименьшей ( $C_{\min}$ ). Для количественной оценки предпочтения вариантов можно использовать зависимость:

$$K_j = \frac{C_i}{C_{\min}}$$

Как видим, эффективность – это показатель оценки произошедшего или прогнозируемого варианта действия (использования, применения) исследуемого объекта. Поэтому эффективность не будет зависеть от качества самого оцениваемого объекта и

его составных частей, а только от качества его применения (использования) – качества принятого решения, качества его реализации, качества всестороннего обеспечения, подготовленности исполнителя (руководителя), условий применения (действий) и т.п.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что эффективность хоть и относится к интегральным показателям, вместе с тем она не всегда в полной мере может оценить исследуемый объект и является лишь одним из системных параметров, используемых для оценки того или иного объекта.

При оценке эффективности в той или иной мере пользуются термином *эффект*.

*Эффект* — достигаемый результат в его материальном, денежном, социальном (социальный эффект) выражении [10].

В зависимости от типа исследуемой системы и целей ее оценки функционирования эффект может быть экономическим (рубли, тонны, киловатты, и др.), политическим (повышение авторитета страны, улучшение ее имиджа, и др.), социальным (повышение благосостояния уровня жизни населения, снятие напряженности в обществе, уверенность в завтрашнем дне и др.), медицинским (снижение смертности, процент выздоровления, сокращение сроков лечения и др.), боевым (увеличение или сохранение боевого потенциала, боевая и мобилизационная готовность, темп наступления, потери противника) и др. Эффект может быть как положительным, так и отрицательным.

*Экономический эффект* — полезный результат экономической деятельности, измеряемый обычно разностью между денежным доходом от деятельности и денежными расходами на ее осуществление [10]

$$э_{\phi} = P - Z.$$

Если результаты экономической деятельности превышают затраты, имеем *положительный экономический эффект* (оцениваемый, например, прибылью); в противоположном случае — *отрицательный* (например, ущерб, убыток), когда  $Z > P$ .

Как видно, определения *эффективность* и *эффект* опираются на понятия *результаты* и *затраты (ресурсы)*.

*Результаты* (применительно к экономической деятельности) — это общий термин, охватывающий различные экономические и внеэкономические последствия функционирования экономических систем. В литературе встречаются различные толкования этого термина:

1. Так или иначе измеренный или оцененный объем продукции (в широком смысле слова, т.е. выпуск, включающий, например, материальные и нематериальные услуги, загрязняющие среду отходы и т.д.), произведенной в процессе функционирования системы; следовательно, *результаты* — это выход системы, воздействие ее функционирования на внешнюю среду. В данном случае измерить *результаты* — значит дать внешнюю оценку функционирования системы.

2. Разница между полезной частью выпуска системы — ее продуктом и затратами ресурсов на его производство. Здесь рассматриваются *результаты*, характеризующие изменение самой системы: прежде всего накопление или уменьшение (истощение) ее ресурсов. (Указанная разница, выраженная в стоимостных оценках, — экономический эффект.) Следовательно, в этом смысле в качестве экономического *результата* производства в стране принимается не совокупный общественный продукт, а конечный продукт (или по иной методике счета — национальный доход), в качестве *результата* работы завода — не объем его продукции (выпуск), а прибыль. Получается внутренняя оценка функционирования системы.

*Затраты* — широко распространенное в экономической литературе понятие, не имеющее, однако, общепринятого определения. В самой общей форме это ресурсы, “уничтожаемые” в процессе производства (понимаемого в широком смысле, включающем хранение, транспортировку и т.д.) ради получения продуктов этого производства.

Структура затрат будет зависеть от типа исследуемой системы. В экономико-математических моделях строительной отрасли общие затраты ( $Z_0$ ) обычно учитывают: *прямые затраты* (ПЗ), *накладные расходы* (НР), *плановые накопления* (ПН) и *прочие затраты* ( $Z_{пр}$ ):

$$Z_o = ПЗ + НР + ПН + Z_{пр.}$$

В свою очередь *прямые затраты* включают: *затраты на материалы* (М), *затраты живого труда* ( $Z_{op}$ ), *затраты на эксплуатацию машин и механизмов* ( $Z_m$ ).

$$ПЗ = М + Z_{op} + Z_m.$$

*Накладные расходы* – затраты, связанные с управлением производством. Величина накладных расходов зависит от фонда оплаты труда (ФОТ)

$$НР_i = \kappa_{np} \cdot ЧФОТ,$$

где  $\kappa_{np}$  – норма накладных расходов от ФОТ.

Прямые затраты и накладные расходы составляют *себестоимость продукции*.

Общепромышленный норматив *сметной прибыли* составляет 65% к величине средств на оплату труда рабочих (строителей и механизаторов). Однако, в большинстве случаев этот элемент структуры затрат соискателями обычно не учитывается.

**Ресурсы** (от франц. *ressource* – вспомогательное средство), денежные средства, ценности, запасы, возможности; источники дохода в государственном бюджете [3].

Общепринятой классификации ресурсов не существует. Можно указать лишь на то, что в экономико-математических моделях рассматриваются следующие виды ресурсов [13]:

- природные (включают ресурсы земли, вод, атмосферы, а также космоса), сырьевые и энергетические;
- средства производства (включая производственные мощности, предметы труда);
- трудовые (делятся, например, по группам населения, квалификационно-профессиональным группам);
- конечных потребительских благ (непроизводственные мощности и продукты для личного и общественного непроизводственного потребления);
- информационные (охватывают весь потенциал науки, "мощности" культуры и просвещения – кино, театра, школы) – как возможности идеологической работы, просвещения, образования и т.д.;

- финансовые (ресурсы капитальных вложений, кредитные и др.)
- интеллектуальные.

В зависимости от вида эффективности в качестве результата могут выступать итоги различной деятельности, а расходами ресурсов в виде различных затрат: финансовых, материальных, людских, интеллектуальных и др. Так, например, если мы имеем дело с экономической эффективностью, то, как правило, результатами деятельности является прибыль, а затратами – расходование ресурсов, средства в денежном выражении.

Главная задача всех экономико-математических исследований – поиск возможностей оптимального преобразования затрат в результаты (т.е. либо получения наибольших результатов при заданных затратах, либо получения заданных результатов при наименьших затратах). Этим определяется важность соизмерения затрат и результатов [13].

Разработка методов достоверного соизмерения затрат и результатов – одна из коренных проблем не только экономической, но и других наук, в которых исследуются вопросы эффективности.

Во многих случаях в силу несопоставимости затрат и результатов, довольно сложно определить некоторые виды эффективности (боевая, экологическая, социальная и др.). Поэтому чтобы определить эффективность можно установить ее составляющие и на их основе выработать частные критерии или, если это возможно, привести затраты и результаты к денежному эквиваленту.

По своей форме выражения нефинансовые результаты и затраты сложно вписываются в традиционные модели оценки эффективности. Действительно, для результатов, не имеющих денежной оценки, нет места в таблице денежных потоков, составляющих основу методик оценки экономической эффективности. При этом игнорирование нефинансовых результатов и затрат может исказить результаты расчета. Для выхода из этой ситуации можно использовать процедуру монетизации таких результатов и затрат, т.е. перевод их в денежную форму.

Суть процесса монетизации состоит в подборе денежных эквивалентов выгодам, имеющим натуральное выражение [1]. Задача исследователя – выявить причин-

но-следственные связи и перевести нефинансовые эффекты в денежную форму. Конечно, монетизация нефинансовых эффектов носит эвристический характер и довольно трудоемка, но результаты этого процесса могут стать основой профессиональной оценки комплексной эффективности.

В некоторых случаях при определении экономического эффекта предлагаемого решения есть возможность рассчитать затраты на его реализацию, но довольно сложно оценить полученные результаты в денежной форме, особенно когда результаты функционирования системы являются не конечными, а промежуточными (составляющими). Так, например, как оценить работу землеройных машин (экскаваторы, скреперы, бульдозеры и др.) или уборочной техники (снегоочистительной, поливовой и др.).

В этом случае получаемый экономический эффект от применения предлагаемого средства по сравнению с прототипом можно определить исходя из сокращения затрат на производимую продукцию. При этом сокращение затрат на производимую продукцию можно определять *при выполнении им объема ( $Q_n$ ) за расчетный период времени ( $T_p$ )*. В качестве расчетного периода, как правило, принимается год. В этом случае расчет годового экономического эффекта ( $\mathcal{E}_n$ ) производится по формуле:

$$\mathcal{E}_n = (Z_o - Z_n)Q_n,$$

где  $Z_o$  и  $Z_n$  – приведенные затраты на единицу продукции (работы), производимой соответственно с помощью базового и предлагаемого средства;

$Q_n$  – объем производства продукции (работы) с помощью предлагаемого средства за год.

### Список литературы

1. Абдикеев Н.В. Проектирование интеллектуальных систем в экономике. – М.: Экзамен, 2004, 527 с.
2. Андреев Г.И., Смирнов С.А., Тихомиров В.А. Основы научной работы и оформление результатов научной деятельности. – М.: Финансы и статистика. 2004. – 270 с.
3. Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, -3-е изд., 1976, т. 16.
4. Военный энциклопедический словарь. – М.: Воениздат, 2007. – 830 с.
5. ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. – М.: Стандарты и качество, 1999, – 26 с.
6. Государственный стандарт ГОСТ Р ИСО 9000-2008. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандарты и качество, 2009, – 47 с.
7. Как работать над терминологией. Основы и методы. – М.: Издательство Наука, 1968. – 75 с.
8. Ладный А.О. Анализ данных в задачах управления научно-техническим потенциалом. <http://www.philippovich.ru>
9. Положение о присуждении ученых степеней. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N 842.
10. Современный экономический словарь. – М.: Имфа-М, 1999, – 479 с.
11. Свободный словарь терминов, понятий и определений по экономике, финансам и бизнесу. <http://termin.bposd.ru/publ/>
12. Хайкин Г.М. и др. Сметное дело в строительстве. – М.: Стройиздат, 1991, – 335 с.
13. Экономико-математический словарь. –5-е изд. перераб. и доп.– М.: Дено, 2003, – 520 с.
14. Юрков Б.А. и др. Исследование операций. – М.: Издание ВИА, 1990. 528 с.

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИТ-УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛЫХ ПРОЕКТОВ»

Амов К. Г.  
Директор по персоналу ООО «Вектор»  
amovKG\_2013@yandex.ru

**Аннотация.** В рамках данной статьи проведен ретроспективный анализ предпосылок формирования научного направления «Управление качеством ИТ-услуг с использованием малых проектов». Данное направление активно развивается в рамках научно-исследовательской работы Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения с 2008 года.

**Ключевые слова:** ретроспективный анализ, управление малыми проектами, информационные технологии, качество ИТ.

## RETROSPECTIVE ANALYSIS OF PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF SCIENTIFIC DIRECTION “QUALITY MANAGEMENT OF INTERNET SERVICES USING SMALL PROJECTS

**Amov K. G.**  
Personnel Director of the LLC «Vector»

**Abstract.** In this article conducted a retrospective analysis of prerequisites for the formation of scientific direction “Quality management of Internet services using small projects.” This is actively developed in the framework of the research work of the St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation since 2008.

**Keywords:** retrospective analysis, management of small projects, information technology, quality information technology

Современные тенденции модернизации всех отраслей научной сферы актуализируют проблему изучения хронологии предпосылок и становлений в рамках информационного поля образовательного учреждения отечественных научных школ и направлений, в том числе – и в технических науках.

В настоящее время количественные показатели деятельности научных школ и направлений являются одним из критериев успешности развития научно-исследовательской деятельности как образовательного учреждения в целом, так и его отдельных структурных подразделений.

Динамичное развитие информационных технологий, а в особенности, научного информационного

пространства, требует разработки новых методологических подходов к изучению процесса становления современных научных школ и направлений.

Современная специфика приращения научного познания такова, что в отличие от предыдущих хронологических периодов (примерно до первого десятилетия XXI века), в настоящее время, наблюдается своеобразный «информационный парадокс»: развитие библиотечных систем научного цитирования открытого и ограниченного доступа с одной стороны, позволяет современному исследователю с минимальным количеством временных затрат ознакомиться с ведущими разработками в интересующей области, но с другой стороны, «всплеск» публикационной научной активности спровоцировал формирование

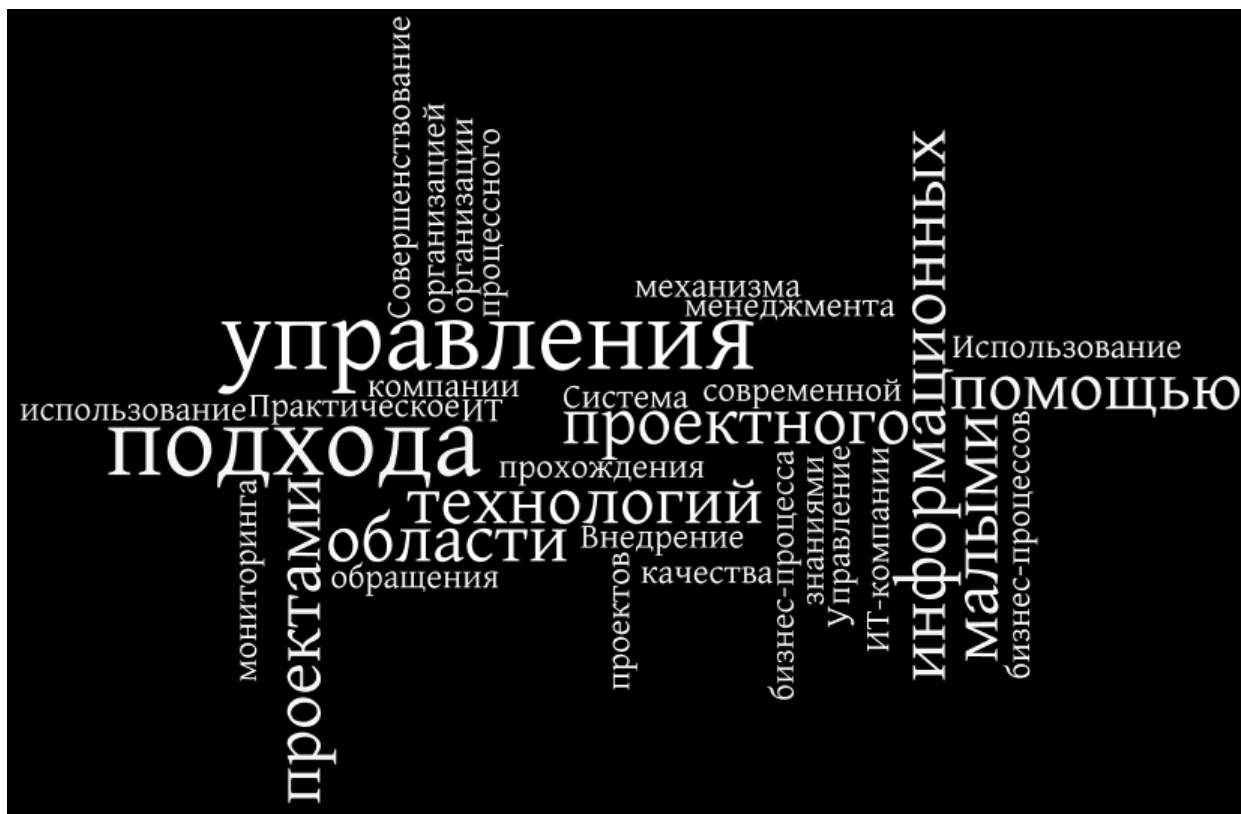


Рис. 1. Результаты публикационной активности научного направления «Управление малыми проектами с использованием информационных технологий» в 2008 году

неструктурированного информационного пространства, в котором достаточно сложно, без использования научного инструментария метабиблиографии, разделить «научную публицистику», не имеющую ценности для исследователя, и профессиональные научные работы.

В теории науки понятие «научная школа» имеет различные смысловые оттенки, она представляет собой один из типов научного сообщества, особый социальный феномен, сопряженный с другими научно-социальными объединениями и структурами науки, такими как научная дисциплина, научное направление, организация (институт, лаборатория, сектор, кафедра) и др. [3]

В отличие от научной школы, где ключевым термином является «научное сообщество», научное направление может разрабатываться одним ученым. Научное направление является системо-

образующим элементом научной деятельности, который трансформирует в различном масштабе организацию науки и влияет динамику научного потенциала.

В рамках данной статьи представлены результаты ретроспективного анализа предпосылок формирования научного направления «Управление качеством ИТ-услуг с использованием малых проектов». Данное научное направление развивается в рамках Перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и относится к разделу: «Информационно-телекоммуникационные системы».

Первые упоминания в информационном научном пространстве о данном научном направлении датируются 2008 годом. Результаты контент-анализа публикационной активности в данное время представлены на рис. 1.

Для усиления графической визуализации результатов контент-анализа использовалась технология «облако тегов».

На рисунке 1 наглядно представлены ключевые аспекты исследований, проводимы в данном направлении в 2008 году. Необходимо отметить, что анализ виртуального научного пространства показал, что только одна публикация в 2008 году была представлена в печатном издании, имеющим импакт-фактор 0,003 [18]. Динамика работ, представленных в периодических и непериодических печатных изданиях в данный период представлена на рис. 2.

На рисунке 2 наглядно видно, что 67% составляют публикации в научных журналах [13;26;19], и только 33% – в научно-практических конференциях [21;11;]

В 2009 году наблюдается резкий спад научно-публицистической активности, что объясняется последствиями экономического кризиса в стране, требующего разработку новых методологических подходов к управлению малыми проектами в современных условиях.

Поиски новых методологических подходов, адекватных современным экономическим условиям

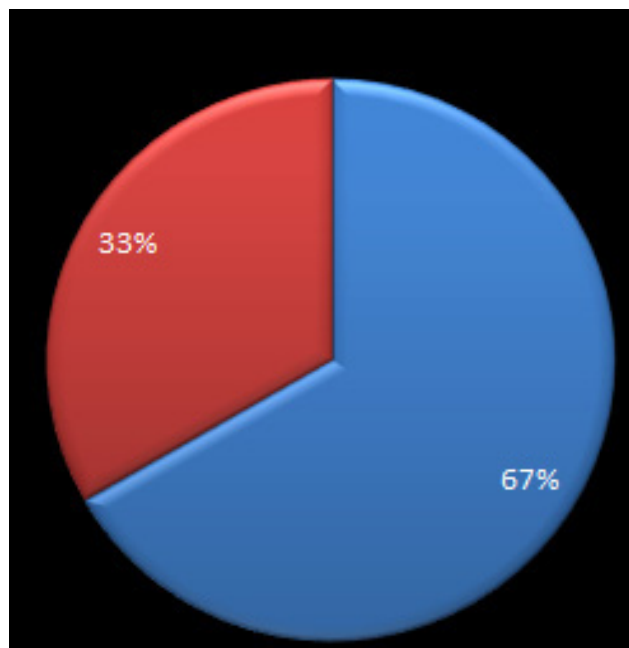


Рис. 2. Виды научных публикаций по исследуемому направлению в 2008 году

«посткризисной экономики» увенчались успехом, и в 2010 году наблюдается «всплеск» научной публикационной активности по данному направлению.



Рис. 3. Результаты публикационной активности научного направления «Управление качеством ИТ-услуг с использованием малых проектов» в 2010 году







*Рис. 5. Количественный анализ публикационной активности по исследуемому направлению в 2008-2013 гг.*

воздействия стандартизации на повышение безопасности и конкурентоспособности услуг в области информационных технологий, совершенствование систем управления качеством продукции, разработку путей повышения результативности [5] (всех ее составляющих – экономичность, прибыльность,

производительность, действенность, условия трудовой деятельности, нововведения) на основе принципа сквозного интегрированного управления качеством и требований международных стандартов ИСО серии 9000, 20000 и положений Всеобщего Управления Качеством (TQM).

### Список литературы

1. Ахметов А.Ф., Вепрева Н.С., Ибатулин У.Г. В.А. Тушавин и др. Теория и практика управления предприятиями и отраслями. Книга 3: монография/Тюмень: Ист Консалтинг, 2010 – 116 с.
2. Жигульский К.В., Кравец О.Я., Соляник А.И. Построение модели системы управления бизнес-процессами санатория на основе проектного подхода// Системы управления и информационные технологии. 2008. №3 (33). С. 55-61.
3. Криворученко В. К. Научные школы [Электронный ресурс] // Информационно-гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение». 2011. №2 (март — апрель). URL: [http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2011/2/Krivoruchenko\\_Scholar\\_Schools/](http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2011/2/Krivoruchenko_Scholar_Schools/) (дата обращения: 06.01.2014).
4. Соляник А.И., Кравец О.Я. Алгоритмизация бизнес-процессов в системе управления качеством санаторно-курортного лечения на основе требований стандартов ISO серии 9000// Информационные технологии моделирования и управления. 2008. №3 (46). С. 264-278.

5. Соляник А.И., Кравец О.Я. Процессный подход к проектированию системы экологического менеджмента в составе интегрированной системы управления санаторно-курортной деятельностью// Информационные технологии моделирования и управления. 2008. №2 (45). С. 151-159.
6. Тушавин В. А. Использование теории ограничений для совершенствования менеджмента инцидентов // Молодой ученый, №6, 2011 – С. 110-112
7. Тушавин В. А. Применимость аксиоматического метода для выявления альтернатив инновационных проектов в области информационных технологий // Научная сессия ГУАП: Сб. докл.: В 4 ч. Ч. III. Гуманитарные науки. СПб.: ГУАП, 2009 – с. 311-313
8. Тушавин В.А. Анализ качества ИТ-услуг с использованием классификационных деревьев// Экономика и менеджмент систем управления №4.1 (10), 2013.-С.211-217
9. Тушавин В.А. Автоматизация бизнес-процессов. Начинаем с аудита // Управление проектами. 2010. №2(19) – С. 34-37
10. Тушавин В.А. Верификация математической модели зависимости среднего числа обращений пользователей ПК от количества обслуживаемых рабочих мест // Аспирант и соискатель, №5, 2012 – С.69-71
11. Тушавин В.А. Внедрение процессного подхода в организации с помощью управления малыми проектами // Развитие России в XXI веке: предпосылки, факторы, перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Казань: Познание, 2008 – С. 113-115
12. Тушавин В.А. Инженерная методика количественной оценки удовлетворенности потребителей// Информационно-управляющие системы, №5, 2011 – С. 91-93
13. Тушавин В.А. Использование проектного подхода для менеджмента качества бизнес-процессов// Управление проектами №3(12), 2008 – С.50-55
14. Тушавин В.А. Квалиметрическая оценка качества работы сотрудников ИТ-компании с помощью рандомизированных показателей// Системы управления и информационные технологии, №3.1(53), 2013. – С. 178-182
15. Тушавин В.А. Контроллинг на предприятиях сферы услуг в области информационных технологий // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Инновации в экономике, менеджменте и подготовке кадров», 2010 – С. 104-105
16. Тушавин В.А. Менеджмент качества службы поддержки пользователей в области информационных технологий // Информационно-управляющие системы, 2010 – С.69-71
17. Тушавин В.А. Место малых проектов в функциональной и операционной стратегии предприятия // Актуальные проблемы экономики современной России: сборник научных трудов. СПб: ГУАП, СПб 2010. Вып. 6. – С. 301-303
18. Тушавин В.А. Методы повышения качества управления инцидентами // Методы менеджмента качества №11, 2010 г. – С. 28-32
19. Тушавин В.А. Практическое использование проектного подхода для управления знаниями в современной ИТ-компании // Проблемы Экономики, 2008 - С.109-111
20. Тушавин В.А. Применение теории массового обслуживания для анализа времени разрешения инцидентов // Экономика и управление, №7, 2011 – С. 104-108
21. Тушавин В.А. Применение языка программирования “ R ” в статистическом управлении качеством // Das Management, №3, 2011 – С. 27-38

22. Тушавин В.А. Совершенствование механизма управления организацией с помощью проектов в области информационных технологий // ГУАП: Сб. докл.: В 3 ч. Ч. III. Гуманитарные науки. СПб.: ГУАП, 2008 – С. 216-219
23. Тушавин В.А. Статистическая оценка входных параметров процессов технической поддержки и управления инцидентами // Техника и технология, №4, 2011 – С.44-48
24. Тушавин В.А. Управление качеством ИТ-службы поддержки пользователей // Формирование современного информационного общества – проблемы, перспективы, инновационные подходы: Материалы международного форума, СПб, 6-11 июня 2010/ СПб: ГУАП. СПб, 2010 – С. 116-121
25. Тушавин В.А. Управление малыми проектами в области информационных технологий // Управление проектами №1(10), 2008 – С. 36-39
26. Тушавин В.А. Управление себестоимостью по потокам создания ценности в области информационно-коммуникационных технологий // Казанская наука. №1. 2010г. – Казань: Изд-во Казанский Издательский Дом, 2010.
27. Указ Президента РФ от 07.07.2011 N 899 “Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации” // “Собрание законодательства РФ”, 11.07.2011, N 28, ст. 4168

# ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Каратанов А. В.**

аспирант, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина  
karatanov@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены различные в зависимости от стадий жизненного цикла информационные модели, описана их интеграция в едином информационном пространстве на стадии проектирования. Разработаны математические модели, учитывающие элементы авиационного проектирования: состав изделия, процессы проектирования, организационную структуру и наличествующие ресурсы.

**Ключевые слова:** единое информационное пространство, авиационная техника, проектирование, информационная модель, автоматизация, информационная поддержка жизненного цикла.

## THE CONSTRUCTION OF INFORMATION MODELS OF AIRCRAFT EQUIPMENT PRODUCTS IN A SINGLE INFORMATION SPACE AT THE DESIGN STAGE

**Karatanov A.V.,**

PhD student, National Aerospace University "KhAI", Kharkov, Ukraine

**Abstract.** The article considers different information models depending on stages of life cycle and describes their integration into a single information space at the design stage. There are also worked out mathematical models that take into account the elements of aircraft design: the structure of product, design processes, organizational structure and present resources.

**Keywords:** a single information space, aircraft equipment, design, information model, automation, information support of life cycle.

### ВВЕДЕНИЕ

**В**се увеличивающийся рост объемов данных, переработка которых необходима для информационной поддержки стадий жизненного цикла изделия (ЖЦИ), приводит к необходимости использования новых форм и технологий представления и взаимодействия данных бизнес-процессов (БП), материальных объектов и ресурсов предприятия. При построении информационных моделей (ИМ) изделий авиационной техники (АТ) в едином информационном пространстве (ЕИП) на стадии проектирования необходимо установить взаимосвязь между эле-

ментами изделия, процессами проектирования и организационной структурой. Указанная взаимосвязь является основным признаком целостности единой ИМ изделий АТ в ЕИП на стадии проектирования.

Укрупненная классификация информационных моделей и их связь со стадиями ЖЦ продукта приведена в табл. 1. Учитывая ориентированность данной работы на стадию проектирования, можем выделить наиболее интересные нам ИМ: конструкторская электронная модель изделия, модель процессов проектирования и разработки, модель проектно-конструкторской среды.

Классификация ИМ и их связь со стадиями ЖЦ продукта

Стадии жизненного цикла продукта	Информационные модели		
	Модель продукта	Модель ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов	Модель производственной и эксплуатационной среды
Маркетинг	Маркетинговая (концептуальная)	Модель процесса маркетинга продукта	Модель маркетинговой среды
Проектирование и разработка продукта	Конструкторская	Модель процессов проектирования и разработки	Модель проектно-конструкторской среды
Производство или предоставление услуг	Технологическая	Модель процессов производства	Модель технологической среды
Реализация	Сбытовая (цены, условия продажи и пр.)	Модель процессов продаж	Модель среды, в которой осуществляются продажи
Ввод в эксплуатацию, техническая помощь и обслуживание, эксплуатация, утилизация	Эксплуатационная	Модель процессов эксплуатации	Модель эксплуатационной среды

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Построение информационной модели проектирования изделий АТ в рамках методологии CALS предполагает разработку математических моделей, учитывающих элементы авиационного проектирования: состав изделия, процессы проектирования, организационную структуру и наличествующие ресурсы.

Одной из первоочередных задач является определение модели изделия ЛА как проектируемого изделия в структуре формируемого информационного пространства. Опыт инженерной практики в конструкторских бюро и научные разработки свидетельствуют, что модель изделия, целесообразно представить иерархической структурой. Родительской структурой верхнего уровня является собственно «ЛА». Узлами промежуточных уровней являются агрегаты и сборочные единицы. На нижнем уровне иерархии располагаются неделимые детали. Таким образом, определим **конструкторскую модель изделия «ЛА»**  $D$  следующим образом:

$$D = \langle \{U_i\}, \rho \rangle; \quad (1)$$

где  $\{U_i\}$  – множество информационных объектов, образующих состав  $D$ ;

$U_i$  – элемент изделия: сборочная единица, деталь и т.д.;  $U_i^l = \{U_i^{l+1}\}$ ;

$l$  – уровень иерархии детали (или уровень ее декомпозиции) определяемый посредством  $\rho$ , на нулевом уровне – самолет в целом, на первом – его основные компоненты: крыло, фюзеляж...

$\rho$  – иерархический граф (т.е. граф типа «дерево»), фиксирующий связи между информационными объектами, вершинами которого являются информационные объекты, а дуги отображают отношение «имеет – принадлежит»;

$t$  – момент времени, указывает нам на то, что модель изделия не статична, а изменяется по мере выполнения задач проектирования.

Отношения между структурными элементами в ИМ ЕИП наиболее эффективно устанавливать в виде иерархических (древовидных) представлений. Это позволяет одновременно отражать как структурные,

так и параметрические отношения при объединении структурных элементов с формированием системных связей, что исключает необходимость аналитического описания уравнений связей.

ЕИП может находиться на разных ступенях развития: от электронного архива до единой среды поддержки жизненного цикла изделий. Наиболее распространенным является представление ЕИП, как единой системы управления структурой изделий объектов, которая реализуется посредством PDM.

Методической основой любой PDM-системы является представление инженерных данных об изделии в виде древовидного или сетевого графа, вершинами которого являются компоненты изделия, связанные с ними бизнес-процессы и используемые ресурсы. С вершинами графа могут быть связаны документы и свойства (характеристики) объектов (изделий, процессов, ресурсов, документов) [1].

Корневой вершиной дерева  $\rho$  является «ЛА». Эта вершина связана с вершинами  $U_i^1$  – представляющие собой основные сборочные единицы ЛА, которые в свою очередь связаны с вершинами  $U_i^2$  – элементами следующего уровня детализации, а они членятся дальше пока не доходят до низшего уровня – «деталь». Каждая вершина низшего уровня связана с неким процессом и т.д.

Необходимо отметить, что некоторые объекты могут повторяться. Одни и те же детали могут входить в различные сборочные единицы.

Обычно изделия авиационной техники содержат довольно большое количество элементов: деталей, узлов и сборочных единиц, при этом каждый из них обладает собственным набором свойств, характеристик, сопроводительных документов:

$$U_i = \{p(U_i)\}_i = \langle \text{Name, Sign, Description, Type...} \rangle_i \quad (2)$$

Для полноценной и эффективной работы с изделием в ЕИП необходимо наличие множества свойств: наименование, обозначение, описание, тип, материал и т.д. Последовательная во времени  $t$  смена значений свойств  $p(U_i)$  – является жизненным циклом элемента  $U_i$  изделия.

Наиболее эффективную концепцию информационного описания этапов проектирования реализует процессный подход, который предполагает управление проектированием через применение системы (сети) процессов и менеджмент процессов. Обобщенная структура процессов проектирования ЛА в нотации IDEF0, приведена в работе [2].

Для наполнения этой структуры требуется наличие в базе данных организованного представления персонала (в виде организационной структуры предприятия), материалов, оборудования и ПО, стандартов (предприятия, отрасли), включая государственные, форм документов и другой нормативно-справочной информации. Электронный архив должен содержать все документы предприятия, относящиеся к проектированию изделия.

Целесообразно описывать изделия как часть какого-либо проекта КБ. В таком случае каждому проекту соответствует ряд стадий проектирования: исследование и обоснование разработки, предварительное проектирование, эскизное проектирование, рабочее проектирование. В свою очередь каждой стадии проекта соответствует множество взаимосвязанных процессов, называемых проектными процедурами, а каждую проектную процедуру можно также представить отдельной сетью процессов, называемых проектными операциями, данная структура в общем случае носит многоуровневый характер.

**Модель процессов проектирования и разработки  $P$**  представим как

$$P = \langle \{PR_i\}, \psi \rangle; \quad (3)$$

где  $\{PR_i\}$  – множество проектов (подпроектов), протекающих в составе проекта  $P$ ;

$PR_i$  – конкретный проект, представляющий собой процесс проектирования изделий АТ уровня стадии, проектной процедуры, операции;  $PR_i = \{p_z^i\}$ ;

$p_z^i$  – простейший процесс (проектная операция);

$\psi$  – иерархический граф (т.е. граф типа «дерево»), фиксирующий связи между процессами в проекте.

Чтобы сделать схему процесса читаемой и понятной, предлагается создавать иерархическую модель, где верхний уровень дает самое общее представление о ходе исполнения процесса, а все детали исполнения

«спрятаны» на нижних уровнях [3]. Таким образом, наиболее подходящей моделью отображения связей между процессами является древовидный граф, однако отсутствие методик проектирования архитектуры бизнес-процесса и общепринятых критериев деления сквозного процесса на подпроцессы, а также не использование системного подхода при построении иерархии процессов, приводит к тому, что большинство моделей построены неверно, а их декомпозиция ошибочна.

В качестве критерия разделения сквозного процесса на цепочку взаимодействующих подпроцессов ряд авторов советуют анализировать выходы одного этапа процесса и входы следующего [4]. Для процесса проектирования АТ таковыми будут являться элементы изделия  $U_i$ .

Декомпозиция процесса по этапам жизненного цикла объекта управления позволяет расположить этапы исполнения в естественном порядке следования. Они связаны безусловными переходами и образуют основной сценарий исполнения процесса [5].

Для каждого процесса проектирования должно быть определено исполняющее и контролирующее подразделение организационной структуры. Таким образом, требуется задать модель организационной структуры предприятия (она же **модель проектно-конструкторской среды**). Очевидно, что организационная структура КБ (S) также представляет собой иерархию.

$$S = \langle \{O_i\}, \zeta \rangle; \quad (4)$$

где  $\{O_i\}$  – множество объектов организационной структуры, образующих состав S;

$O_i$  – подразделение КБ: цех, отдел, бюро, бригада и т.д.;  $O_i = \{s_z^i\}$ ;

$\{s_z^i\}$  – множество сотрудников (должностей), работающих непосредственно в i-ом подразделении;

$\zeta$  – отношение частичного порядка (древовидное отношение), определяющее иерархию оргструктур, а также задающее внутреннюю подчиненность (субординацию) сотрудников подразделений;

Каждый сотрудник обладает собственным набором особенностей, наиболее важными из которых являются его профессиональные компетенции:

$$s_z^i = \{p(s_z^i)\}_t. \quad (5)$$

Свойства  $p(s_z^i)$  могут меняться во времени во времени  $t$ , например, изменение его профессиональных навыков после прохождения курсов.

Формулы (2) и (5) отображают множество свойств проектируемых изделий и характеристик персонала, являются основой для информационного наполнения ЕИП.

Для окончательного внедрения ЕИП необходима информационная интеграция моделей, т.е. согласование внедряемой модели ЕИП с моделями изделия, процессов производства, ресурсов и организационной структуры предприятия, на основании разработанной в работе [2] функциональной модели проектирования АТ в IDEF0. Точки интеграции представлены на рисунке 1.

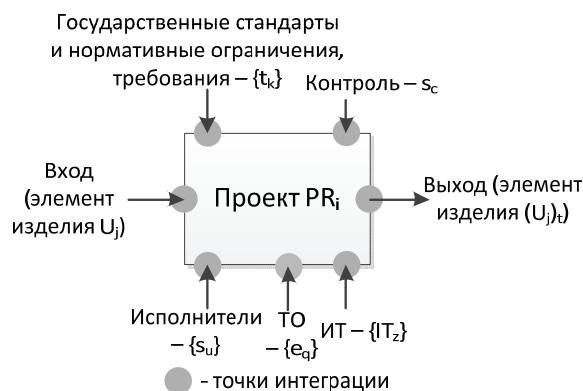


Рис. 1. Интеграция элементов различных моделей в интегрированной информационной модели авиационного проектирования в ЕИП

Разрабатываемая модель позволяет описывать взаимосвязи ее элементов:

- связь процессов и ответственных за их исполнение, а также за контроль качества и сроков;
- связь процессов проектирования и элементов состава изделия (определяется отношениями входов и выходов процессов);
- связь процессов и оборудования, ресурсов, элементов технического обеспечения (ТО);



- связь процессов и информационных технологий (ИТ), обеспечивающих информационную поддержку жизненного цикла изделия;
- связь процессов и нормативной документации;

Теперь мы можем представить интегрированную информационную модель авиационного проектирования в ЕИП (6), через элементы других моделей (1), (3) и (4):

$$IM_i = \langle \{PR_i, U_j, \{s_u\}, s_c, \{e_q\}, \{IT_z\}, \{t_k\} \rangle; \quad (6)$$

где  $IM_i$  – информационная модель  $i$ -го проекта;

$\{e_q\}$  – множество оборудования, ресурсов, элементов ТО;

$\{IT_z\}$  – множество средств информационной поддержки;

$\{t_k\}$  – множество нормативных документов регламентирующих проект.

## ВЫВОДЫ

ЕИП является работоспособным для данного проекта, если каждый процесс проекта в полной мере обеспечивается средствами ИПИ и необходимым ТО. При этом ЕИП считается полноценной для данного проекта, тогда и только тогда, когда каждый процесс в этом проекте в полной мере регламентируется рядом нормативных документов, хранящихся в ЕИП, а на входы и выходы поступает информация, что также находится в ЕИП.

Данная модель является основой для организации базы данных проекта и разворачивания ЕИП на предприятии, а также может служить для оценки эффективности внедряемой ЕИП.

## Список литературы

1. Применение ИПИ-технологий в задачах обеспечения качества и конкурентоспособности продукции. Методические рекомендации. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2004. – 104 с.
2. Каратанов А.В. Функциональная модель процесса проектирования авиационной техники в едином информационном пространстве // Системы озброєння та військова техніка. – Х. – 2012 випуск 3 (31). – С. 160–165.
3. BPMN Method and Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0 Paperback: 236 pages. Publisher: Cody-Cassidy Press (June 1, 2009).
4. Sharp A., McDermott P., Workflow Modeling: Tools for Improvement and Application Development, 1st ed., Artech House Publishers, 2001
5. Федоров И.Г. Системный подход к выявлению бизнес-процессов методом «сверху вниз» // Прикладная информатика. — 2012. №. 5 (41), — С.5–13.

## ОЦЕНКА ЧИСТОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ АППАРАТА ВАКУУМНОЙ СЕПАРАЦИИ ГУБЧАТОГО ТИТАНА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

**Беккер В.Ф.,**

к.т.н., профессор кафедры автоматизации технологических процессов  
Березниковского филиала Пермского национального исследовательского  
политехнического университета,  
bekker@bf.pstu.ru

**Аннотация.** Предложен новый метод оценки чистого запаздывания химико-технологического объекта с ненаблюдаемой внутренней структурой и процессами на примере аппарата вакуумной сепарации губчатого титана. Показана возможность использования модели динамики 1-го порядка с запаздыванием для описания объекта управления 2-го порядка, позволяющая свести задачу моделирования системы автоматического регулирования к линейной.

**Ключевые слова:** титановая губка, сепарация, моделирование

## NET DELAY ESTIMATE IN PROCESS OF TITANIM SPONGE VACUUM SEPARATION APPARATUS AS A CONTROLLED OBJECT

**Bekker V.F.**

candidate of technical science, prof. on automation department  
in Berezniki branch of Perm national polytechnic research university

**Abstract.** A new method of net delay estimate of chemical-technology object with an unobserved internal structure and processes with an example of titanium sponge vacuum separation apparatus is proposed. An opportunity of 1-st order dynamic model using for 2-nd order object is shown. That allows to reduce a task of automatic control system modeling of such apparatus to the linear task.

**Keywords:** titanium sponge, separation, modeling.

Основными стадиями в производстве губчатого титана являются мегнийтермическое восстановление титана из тетрахлорида и вакуумная сепарация полученного блока. После восстановления в реакторе остается спекшийся, монолитный блок реакционной массы, состоящий из титановой губки, пропитанной магнием и хлоридом магния. Очистка от них титановой губки является целью вакуумной сепарации [1]. Состав реакционной массы (средний по блоку) примерно следующий, %: 55...60 Ti, 25...35 Mg, 9...12 MgCl<sub>2</sub>. Кроме того, там может присутствовать небольшое количество (0,01...0,1%) низших хлоридов титана. Блок прочно спаян со стенками реактора, и его невозможно извлечь без разрушения места спая [2].

Разделение компонентов реакционной массы основано на значительной разнице равновесного давления паров магния, хлорида магния и титана при температурах 960...1020 °С. При создании вакуума точки кипения снижаются, и скорость испарения легкокипящих веществ возрастает во много раз, что приводит к быстрому их отделению от труднокипящего вещества.

К основным элементам аппарата вакуумной сепарации относятся реторта с реакционной массой, печь, конденсатор и теплоизоляционный экран. При расчетах систем, в которых управление ведется только путем изменения мощности электрических нагревателей в электрических печах, математическое описание объекта управления может быть сведено к дифференциальному уравнению первого порядка в

виде уравнения теплового баланса может быть приближенно записано в виде [3]

$$mC \cdot \frac{dT_{cp}}{dt} + \lambda l (T_{cp} - T_{вн}) = Q(t), \quad (1)$$

где  $m$  – масса загруженной в печь реторты массой  $m_1$  с блоком губчатого титана внутри массой  $m_2$ , кг;

$C$  – теплоемкость блока губчатого титана, Дж/(кг·К);

$T_{cp}$  – средняя температура блока губчатого титана, К;

$\lambda$  – теплопроводность системы «блок губчатого титана – внешняя поверхность реторты», температура которой равна  $T_{вн}$ , Вт/(м·К);

$l$  – длина теплового канала, м;

$T_{вн}$  – температура внешней поверхности реторты, К;

$Q(t)$  – количество тепла, выделяемого нагревателями в печи за единицу времени (регулирующее воздействие), Вт.

Распределенный характер системы «блок губчатого титана – внешняя поверхность реторты» приближенно учитывается введением некоторого запаздывания между средней температурой печи  $T_{cp}$  или температурой губчатого титана в некоторой точке печи  $T$ , являющейся регулируемой величиной, измеряемой в процессе управления.

$$T(t) = T_{cp}(t - \tau),$$

где  $\tau$  – некоторое эквивалентное время запаздывания, с.

Для численной оценки величины чистого запаздывания печи сепарации губчатого титана рассмотрим объект управления в виде последовательного соединения двух описываемых уравнением (1) тепловых объектов – реторты и непосредственно самого блока губчатого титана, находящегося внутри реторты. Тогда постоянные времени реторты и блока можно оценить, ориентируясь на постоянную времени загруженной реторты, которая распределяется между ее составляющими (ретортой и блоком губчатого титана) пропорционально их тепловой емкости.

Пример 1. Оценим величину постоянной времени запаздывания реторты восстановления, передаваемой на стадию сепарации. Пусть масса реторты  $m_1$  составляет 350 кг масса блока восстановленного (загрязненного магнием и хлоридом магния) губчатого титана  $m_{2н}$ =5000 кг, удельная теплоемкость материала реторты (сталь) равна  $C_1$  равна 460 Дж/(кг·К), блока губчатого титана  $C_2$ =530 Дж/(кг·К), а постоянная времени реторты с блоком губчатого титана составляет  $T_{н}$ =583 с.

Определим тепловую емкость реторты:

$$m_1 C_1 = 460 \cdot 350 = 161000 \text{ Дж/К}$$

и тепловую емкость блока губчатого титана:

$$m_{2н} C_2 = 530 \cdot 5000 = 2650000 \text{ Дж/К}$$

Тепловая емкость реторты и блока губчатого титана вместе:

$$m_1 C_1 + m_{2н} C_2 = 2811000 \text{ Дж/К}$$

Постоянная времени инерционного звена, описывающего тепловые свойства реторты:

$$T_1 = \frac{m_1 C_1}{m_1 C_1 + m_{2н} C_2} \cdot T_{н} = \frac{161000}{2811000} \cdot 583 = 33.4 \text{ с}$$

Постоянная времени инерционного звена, описывающего тепловые свойства блока губчатого титана

$$T_2 = \frac{m_{2н} C_2}{m_1 C_1 + m_{2н} C_2} \cdot T_{н} = \frac{2650000}{2811000} \cdot 583 = 549.6 \text{ с}$$

Выполнено (см. рис. 1) в среде Matlab – Simulink наложение откликов на одинаковое возмущение объекта управления в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием и последовательного соединения двух инерционных звеньев, описывающих реторту и блок губчатого титана [4]. Подбирая величину чистого запаздывания, удалось добиться удовлетворительного совпадения (см. рис. 2) этих двух аппроксимаций при  $\tau=25$  с.

1 – звено первого порядка с запаздыванием  $\tau=25$  с;

2 – звено второго порядка

Пример 2. Оценим величину постоянной времени запаздывания реторты восстановления на заключительной стадии сепарации. Пусть масса реторты

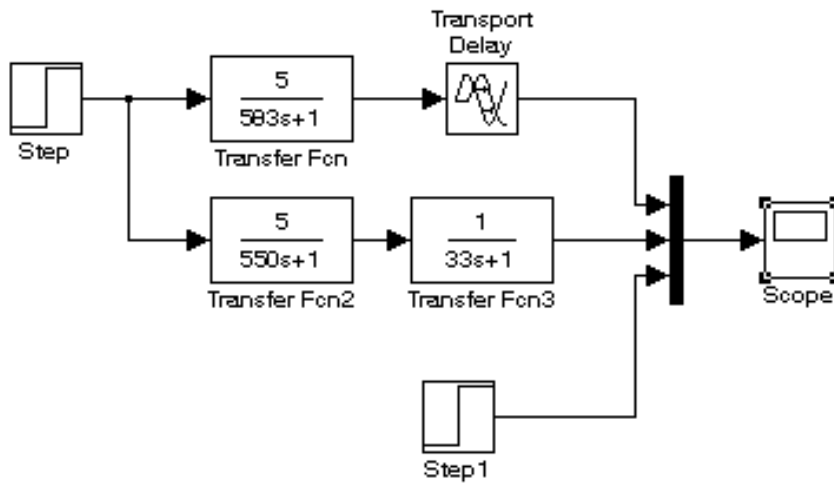


Рис. 1. Структурная схема аппроксимации объекта управления в начале процесса сепарации губчатого титана

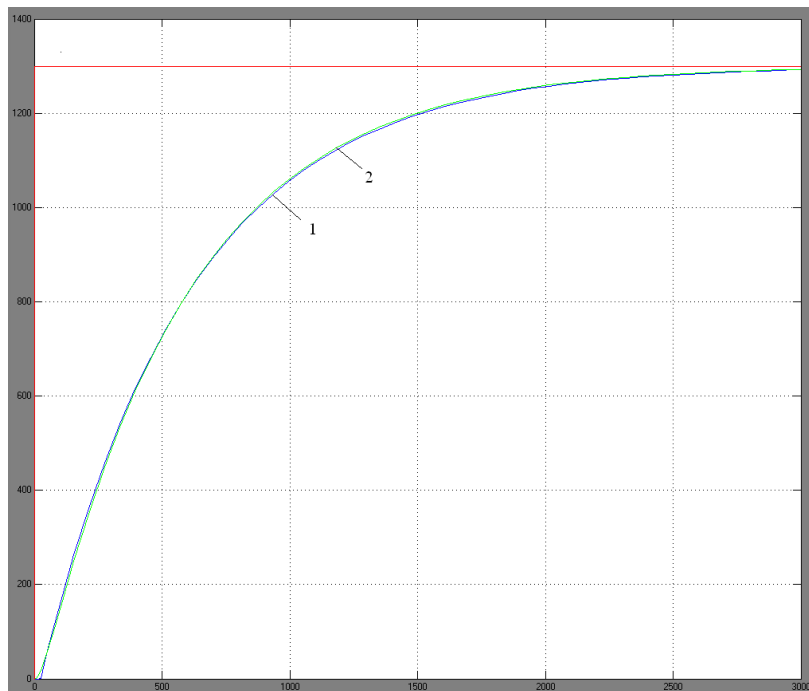


Рис. 2. Сравнение аппроксимаций объекта управления в начале процесса сепарации губчатого титана

$m_1$  не изменилась и составляет 350 кг. Масса блока губчатого титана  $m_k=4000$  кг, удельная теплоемкость материала реторты (сталь) равна  $C_1$  равна 460

Дж/(кг·К), блока губчатого титана  $C_2=530$  Дж/(кг·К), а постоянная времени реторты с блоком губчатого титана составляет  $T_H=583$  с.

Тепловая емкость реторты:

$$m_1 C_1 = 460 \cdot 350 = 161000 \text{ Дж/К};$$

Тепловая емкость блока губчатого титана:

$$m_{2к} C_2 = 530 \cdot 4000 = 2120000 \text{ Дж/К};$$

Тепловая емкость реторты и блока губчатого титана:

$$m_1 C_1 + m_{2к} C_2 = 2281000 \text{ Дж/К};$$

Постоянная времени реторты с блоком губчатого титана на заключительной стадии сепарации:

$$T_k = \frac{m_1 C_1 + m_{2к} C_2}{m_1 C_1 + m_{2н} C_2} \cdot T_{н} = \frac{2281000}{2811000} \cdot 583 = 473,1 \text{ с.}$$

Постоянная времени инерционного звена, описывающего тепловые свойства реторты:

$$T_1 = \frac{m_1 C_1}{m_1 C_1 + m_{2к} C_2} \cdot T_k = \frac{161000}{2811000} \cdot 473,1 = 27,1 \text{ с.}$$

Постоянная времени инерционного звена, описывающего тепловые свойства блока губчатого титана

$$T_2 = \frac{m_{2к} C_2}{m_1 C_1 + m_{2к} C_2} \cdot T_k = \frac{2650000}{2811000} \cdot 473,1 = 446,0 \text{ с.}$$

Подбирая величину чистого запаздывания по методике примера 1, удалось добиться удовлетворительного совпадения (см. рис. 4) этих двух аппроксимаций при  $\tau=10$  с.

- 1 – звено первого порядка с запаздыванием  $\tau=10$  с;
- 2 – звено второго порядка

Задачу моделирования зависимости свойств объекта от его температуры можно считать решенной. Для использования созданной модели с целью определения оптимальных настроек регулятора необходимо реализовать общую схему моделирования объектов с переменными свойствами [5] и исследовать закономерности подходов к определению настроек регуляторов [6].

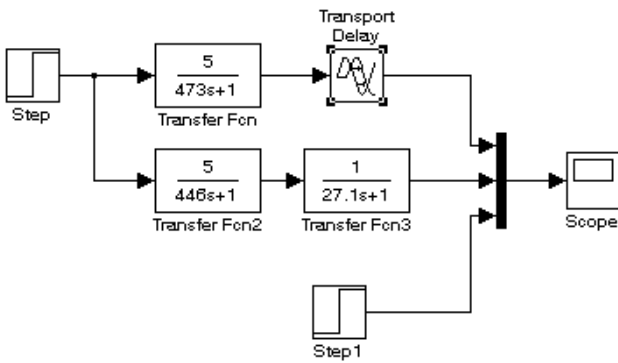


Рис. 3. Структурная схема аппроксимации объекта управления в конце процесса сепарации губчатого титана

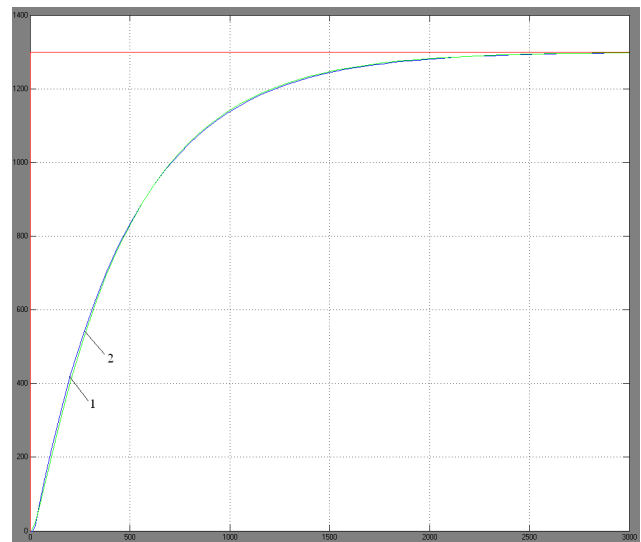


Рис. 4. Сравнение аппроксимаций объекта управления в начале процесса сепарации губчатого титана

### Список литературы

1. Беккер, В.Ф. Системный подход к управлению непрерывно-дискретным производством губчатого титана // Известия ЮФУ, Технические науки. Тематический выпуск «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии управления». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009, 32(91). С. 154-158.
2. Кирин, Ю.П., Беккер В.Ф., Затонский А.В. Совместное проектирование технологии и системы управления вакуумной сепарацией губчатого титана. Пермь: Перм. гос. техн. ун-т., 2008. 124 с.
3. Абсартов Р.А., Кравец О.Я., Поваляев А.Д. Оптимизация организационного управления распределенными системами // Системы управления и информационные технологии. 2004. №2 (14). С. 24-28.
4. Бильфельд Н.В. Программа исследования динамики систем управления // Программные продукты и системы. 2010. №3. С. 118.
5. Моделирование промышленных объектов управления с детерминированной нестационарностью / В.Ф. Беккер, Н.В. Бильфельд, Д.С. Камаев. Известия Томского политехнического университета, – 2013. – Т. 323. – №5 – С. 63-68.
6. Затонский А.В. Синтез экспертных систем управления социально-техническими системами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. №2. С.82-86.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ

**Бильфельд Н.В.,**

к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов  
Березниковского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета,  
bilfeld@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены особенности моделирования на микропроцессорных контроллерах систем управления и возникающие при этом проблемы. Приведена конкретная модель одноконтурной системы управления объектом третьего порядка, разработанные на языке функциональных блоков, на микропроцессорном контроллере RSLogix 5000. Описана программа расчета эквивалентной передаточной функции, позволяющая снять проблему моделирования на контроллерах объектов более высоких порядков.

**Ключевые слова:** микроконтроллер, моделирование, система управления.

## MODELING OF CONTROL SYSTEMS WITH MICROPROCESSORS CONTROLLERS

**Bilfeld N.V.**

candidate of technical science, assoc. prof. on automation department in Berezniki branch of Perm national polytechnic research university.

**Abstract.** Features of control systems modeling with microprocessor controllers are given with a number of accompanying problems. The model of single loop control system for third-order system based on functional block language for RSLogix 5000 is designed. A program for equivalent transfer function calculation is designed to avoid a problem of modeling high order systems by controllers.

**Keywords:** microprocessor controllers, control system, modeling

**В** настоящее время для моделирования систем управления наиболее популярной является программа SIMULINK, входящая в состав интегрированной среды MATLAB. И, тем не менее, она имеет один существенный недостаток. Чтобы посмотреть, что будет происходить при изменении тех или иных параметров модели, модель необходимо каждый раз запускать заново. Другими словами нельзя изменить какие-либо параметры модели в процессе ее функционирования, так, как это происходит в реальной жизни.

Данный недостаток исключает моделирование непосредственно на микропроцессорных контроллерах. Вторым преимуществом является то, что на контроллере мы моделируем только объект, а система управления объектом уже не будет являться моделью, а использоваться при управлении один к одному.

В качестве примера на рисунке 1 представлена модель одноконтурной системы управления на контроллере RSLogix 5000.

1. Объект управления
2. Регулятор
3. Сумматор
4. Инерционное звено первого порядка

Как видно из рисунка 1, в модели представлен объект третьего порядка, который реализован последовательным соединением инерционных звеньев первого порядка. Сумматор необходим для возможности нанесения на объект различных возмущающих воздействий, посредством изменения его входа «В».

На рисунке 2 представлены переходные процессы при нанесении возмущения на объект.

1. Значение параметра
2. Значение задания

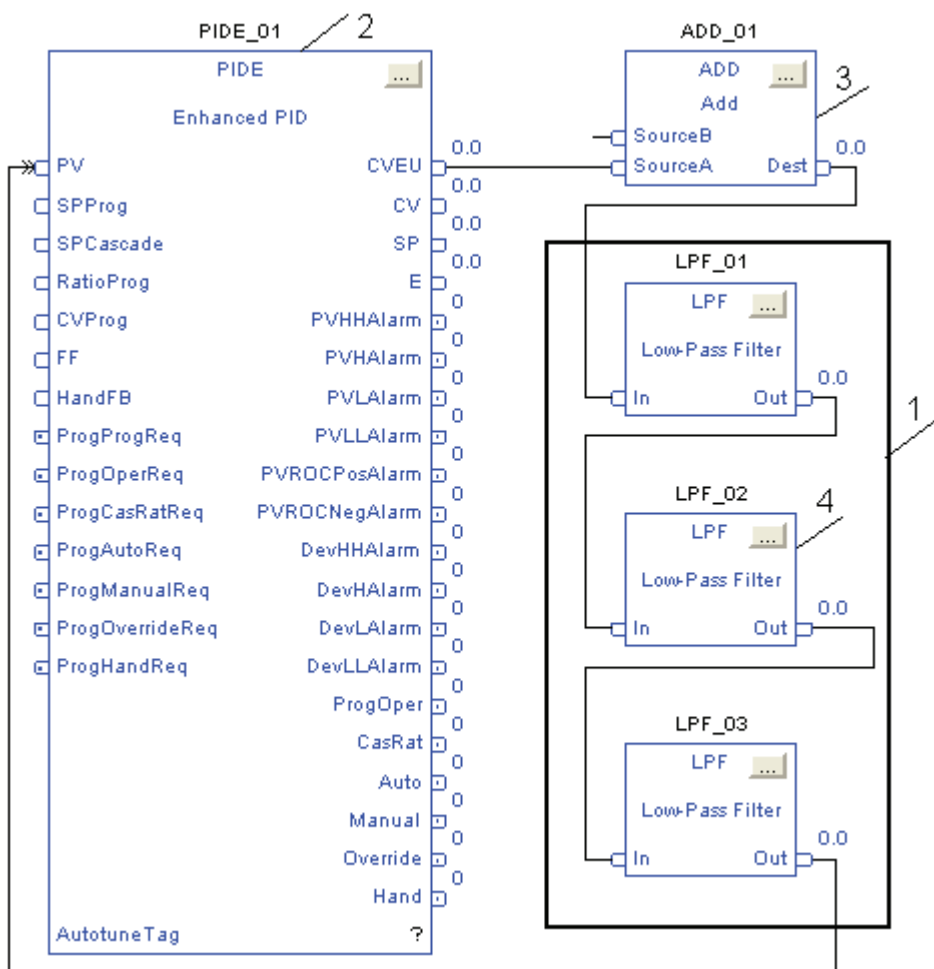


Рис. 1. Пример модели одноконтурной системы

- 3. Значение рассогласования
- 4. Сигнал на исполнительном механизме

Проблема состоит в том, что на контролере не имеется инструкции (FBD блока) для реализации передаточной функции N-го порядка. С другой стороны для моделирования передаточной функции с помощью последовательного соединения звеньев первого порядка, необходимо, чтобы полином знаменателя передаточной функции имел действительные корни. В этом случае полином можно разложить на простые множители.

При идентификации реальных объектов это условие выполняется далеко не всегда.

Для возможности представления передаточной функции приближенной передаточной функции была разработана специальная программа.

Рассмотрим работу программы на конкретном примере. В результате идентификации объекта управления получена передаточная функция:

$$W(s) = \frac{1}{80s^3 + 50s^2 + 20s + 1}$$

Введем коэффициенты передаточной функции в программу. Панель ввода передаточной функции приведена на рисунке 3.



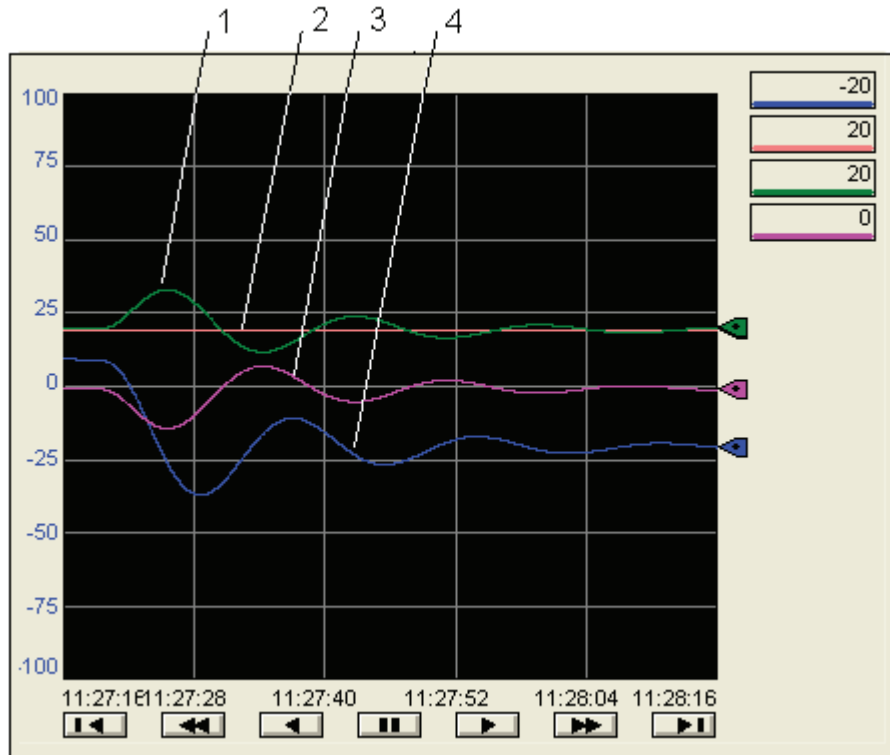


Рис. 2. Переходные процессы в системе управления

$80x^3 + 50x^2 + 20x + 1 = 0$

	Числитель	Знаменатель
D	1	1
C		20
B		50
A		80

Степень полинома

Рис. 3. Панель ввода передаточной функции

При нажатии на кнопку «Решить» вычисляются корни передаточной функции, как показано на рисунке 4, и становится доступной кнопка «Найти».

**Найдено: действительных корней: 1 и мнимых корней: 2**

	U действ.	V мнимая
X1	-0,284	0,37
X2	-0,284	-0,37
X3	-0,058	

Рис. 4. Корни знаменателя передаточной функции

Как видно из рисунка 4 полином имеет комплексные корни и, следовательно, разложить его на множители нельзя.

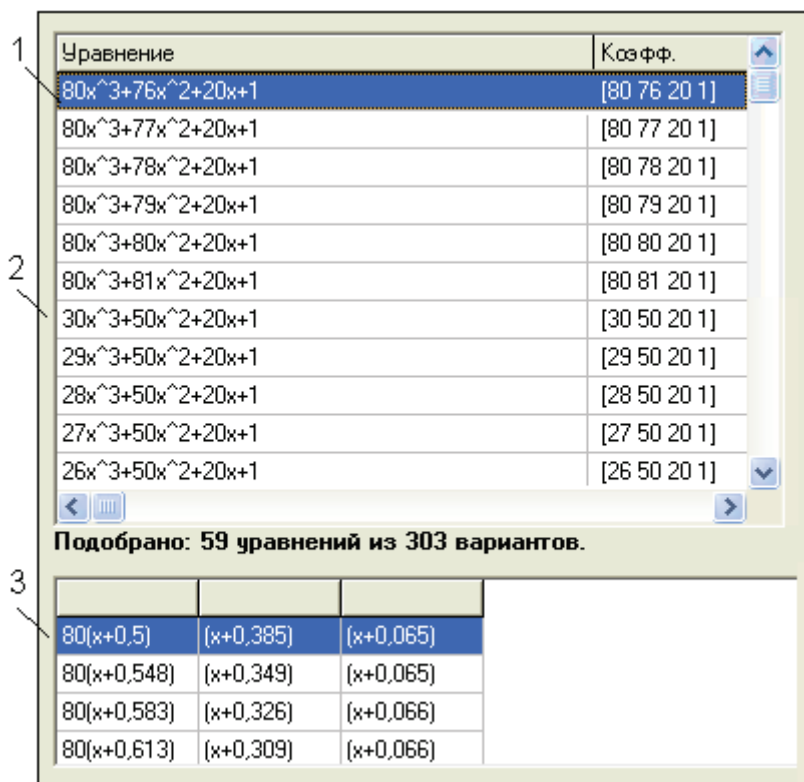


Рис. 5. Найденные передаточные функции

При нажатии на кнопку «Найти» производится поиск передаточных функций, близких к исходной, имеющей действительные корни. При этом осуществляется последовательная манипуляция со всеми коэффициентами передаточной функции. В результате выводится таблица, приведенная на рисунке 5.

1. Передаточные функции при варьировании коэффициентом при второй степени полинома.
2. Передаточные функции варьировании коэффициентом при третьей степени полинома.
3. Значения корней полиномов.

Из таблицы видно, что при варьировании коэффициентом при второй степени полинома наиболее близкой передаточной функцией с действительными корнями знаменателя получается передаточная функция:

$$W(s) = \frac{1}{80s^3 + 76s^2 + 20s + 1}$$

Реализовать данную передаточную функцию можно последовательным соединением звеньев с передаточными функциями:

$$W(s) = \left( \frac{1}{80s + 40} \right) \cdot \left( \frac{1}{s + 0,385} \right) \cdot \left( \frac{1}{s + 0,065} \right)$$

При варьировании коэффициентом при третьей степени полинома наиболее близкой передаточной функцией с действительными корнями знаменателя получается передаточная функция

$$W(s) = \frac{1}{30s^3 + 50s^2 + 20s + 1}$$

Реализовать данную передаточную функцию можно последовательным соединением звеньев с передаточными функциями:

$$W(s) = \left( \frac{1}{30s + 32,28} \right) \cdot \left( \frac{1}{s + 0,533} \right) \cdot \left( \frac{1}{s + 0,058} \right)$$

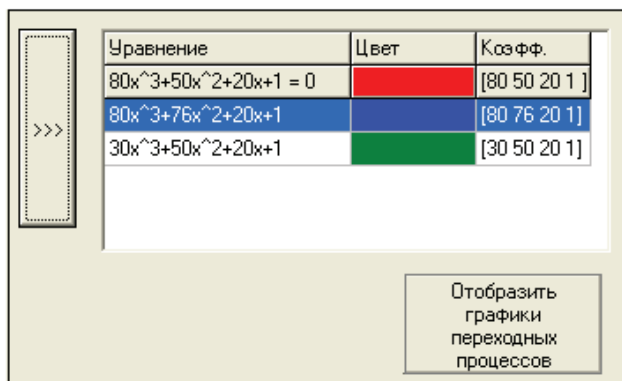


Рис. 6. Выбор передаточных функций для построения графиков

На сколько точно полученные передаточные функции аппроксимируют объект можно проверить, поместив их в окно, для построения переходных процессов, как показано на рисунке 6.

Для построения графиков необходимо нажать кнопку «Отобразить графики переходных процессов». В результате получим графики представленные на рисунке 7.

Как видно из рисунка 7, полученные передаточные функции достаточно точно аппроксимируют объект.

Теперь можно смоделировать объект на контроллере, как показано на рисунке 1, поместив в блоки LRF01-LRF03 значения коэффициентов передаточных функций первого порядка.

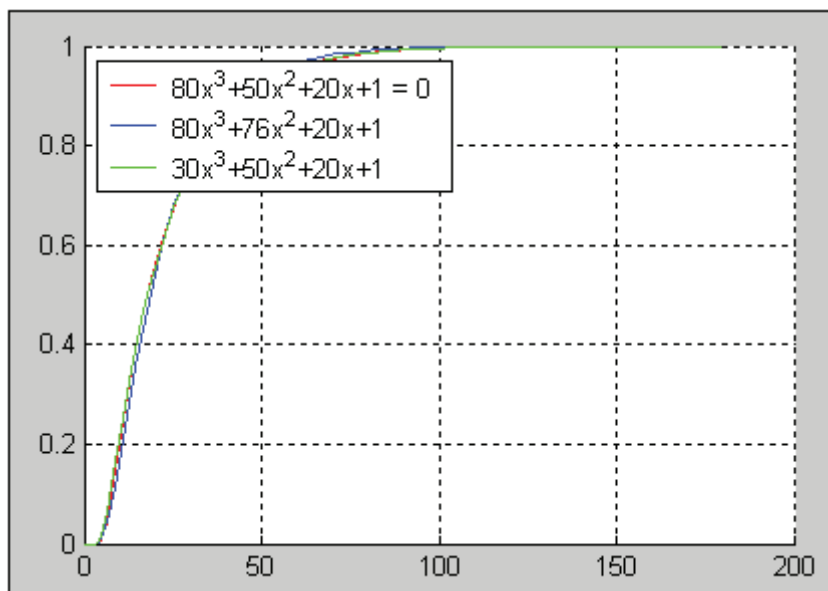


Рис. 7. Графики переходных процессов

### Список литературы

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. М.: Энергоатомиздат, 1985. 296 с.
2. Бильфельд Н.В. Моделирование схем управления релейной логикой на микропроцессорных контроллерах RSLogix 5000 // Автоматизация & IT в энергетике. Ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал. 2012. №6 (35). С. 14-17.
3. Затонский А.В. Синтез экспертных систем управления социально-техническими системами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. №2. С.82-86.
4. Беккер В.Ф. Управление технологическими процессами как подсистема управления качеством продукции // Проблемы теории и практики управления. 2010. №10. С.78-84.

## ОПТИМИЗАЦИЯ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРА ПУТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Затонский А.В.,**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов Березниковского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета, zhenon@narod.ru

**Аннотация.** Предложен метод поиска настроек регулятора объекта первого порядка с запаздыванием путем имитационного эксперимента, позволяющий получить более качественные переходные процессы по управлению, чем традиционные методы.

**Ключевые слова:** система управления, настройка, оптимизация.

## THE OPTIMIZATION OF CONTROL PARAMETERS BY IMITATION MODELING

**Zatonskiy A.V.**

doctor of technical science, head of automation department in Berezniki branch of Perm national polytechnic research university.

**Abstract.** The method of calculation of controlled parameters to the 1st range object with transport delay is given. Processes controlled by this method are more quality then same with ordinary methods.

**Keywords:** control system, tuning, optimization.

**М**ногие технологические и промышленные объекты могут быть описаны передаточной функцией 1-го порядка с запаздыванием. Для настроек регулятора такого объекта обычно применяют метод В.Я. Ротача [1], в котором критерием качества служит искусственный параметр – показатель колебательности процесса.

Будем решать задачу подбора оптимальных настроек ПИ-регулятора для объекта первого порядка путем имитационного эксперимента. За критерий оптимальности настроек примем модульную интегральную ошибку

$$F(K_I, K_D) = \int_0^t |y^* - y(t, K_I, K_D)| dt, \quad (1)$$

где  $K_I$ ,  $K_D$  – настройки регулятора (соответственно,  $k1$  и  $k2$  в модели на рис. 1),  $y^*$  – уставка ( $R4$  на рис. 1),  $y(t, K_I, K_D)$  – выходная величина объекта, получаемая на элементе *Scope* модели. Сформулируем задачу минимизации

$$\{K_I, K_D\}: F(K_I, K_D) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Поиск оптимума производился VBA-программой MS EXCEL во взаимодействии с Simulink-моделью [2]. Был реализован метод покоординатного спуска с адаптивным шагом. Произведен расчет около 3000 комбинаций  $\{R1, R2, R3, R4\}$  в пределах  $R1 \in [2, 5]$ ,  $R2 \in [200, 800]$ ,  $R3 = [1, 30]$  (с), где  $R3$  – запаздывание объекта (настраивается в элементе *Transport Delay* модели),  $R4 \in [30, 70]$ .

Для контроля правильности получаемых решений произведен расчет настроек методом В.Я. Ротача. Сравнительные результаты расчета настроек регулятора и интеграла ошибки (1) приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что настройки регулятора, найденные непосредственным решением задачи (2) в большинстве случаев не хуже настроек, получаемых методом В.Я. Ротача, в смысле отклонения выходной величины объекта от задания. Эффект проявляется как при малом, так и при большом запаздывании в объекте. Так, на рис. 2 приведены переходные про-

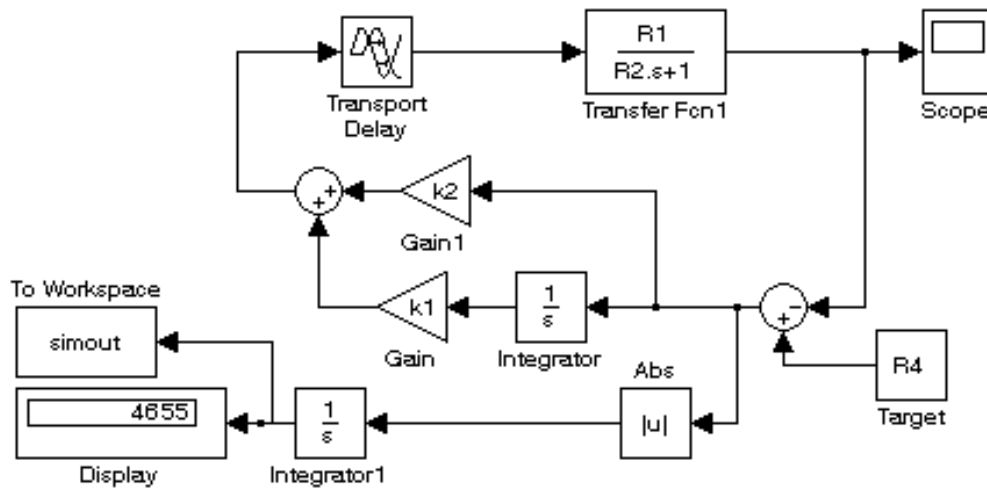


Рис. 1. Модель объекта и регулятора

Таблица 1

**Сравнение оптимальных настроек регуляторов, полученных разными методами**

Параметры модели			Настройки регулятора				Модульная интегральная ошибка	
			Новым методом		Методом Ротача		Новый метод	Метод Ротача
R1	R2	R3	k1	k2	k1	k2		
2	200	1	0,222	44,27	1,137656	9,931	116,8	698,5
3	300	10	0,0234	7,01	0,201369	6,111	1082	1055
4	800	20	0,008	6,35	0,09899	6,118	2114	3862
5	700	5	0,0268	18,96	0,874126	13,474	536,7	1164
4	600	25	0,0058	3,55	0,049142	3,663	2627	4655

цессы по управлению в системе с  $R1 = 2$ ,  $R2 = 200$ ,  $R3 = 1$  (1-я строка табл. 1), а на рис. 3 – в системе с  $R1 = 4$ ,  $R2 = 800$ ,  $R3 = 20$  (3-я строка табл. 1).

В ходе имитационного моделирования обнаружено, что оптимальные настройки зависят от уставки незначительно. Теоретически, этой зависимости быть не должно совсем, но погрешность численного интегрирования (1) вызывает малые колебания настроек.

Проведено сравнение полученных настроек с оптимальными настройками, рассчитанными по методу [3], согласно которому для ПИ-регулятора и объекта 1 порядка с запаздыванием оптимальными являются настройки:

$$k_p = \frac{0.6}{k \cdot \tau / T}$$

$$T_i = 0.8\tau + 0.5T \tag{3}$$

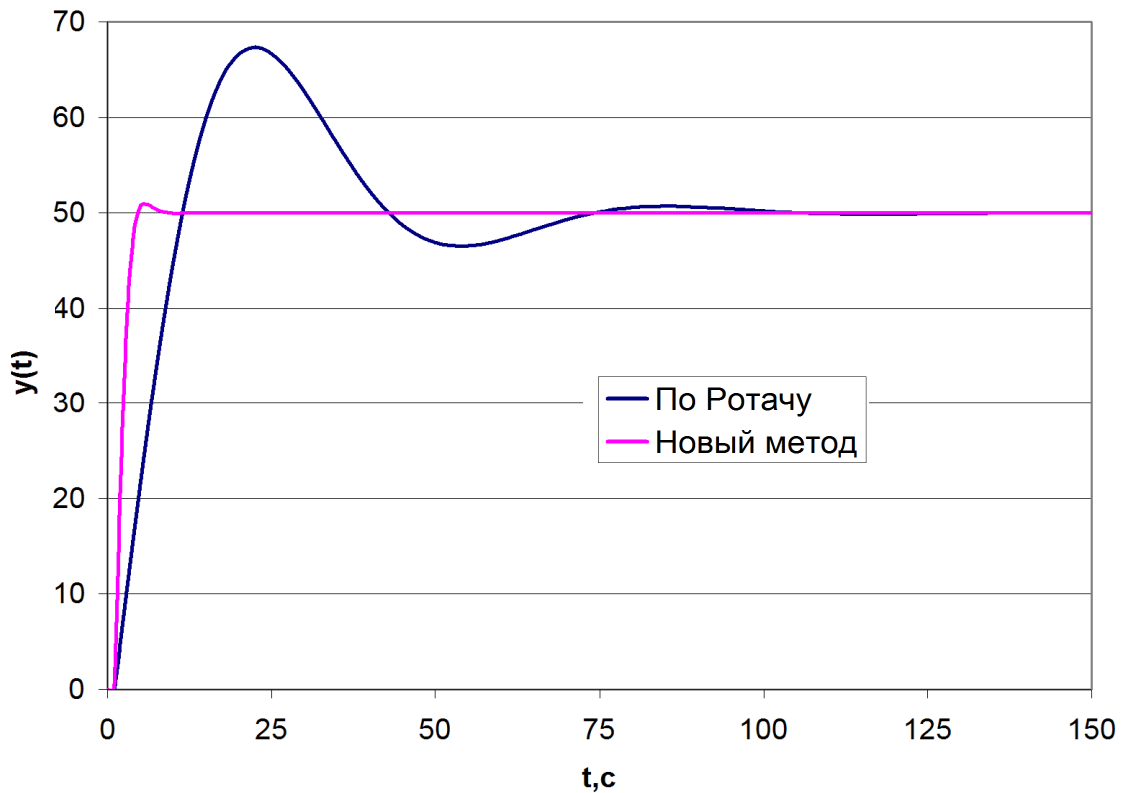


Рис. 2. Переходные процессы в системе с  $R1 = 2, R2 = 200, R3 = 1$

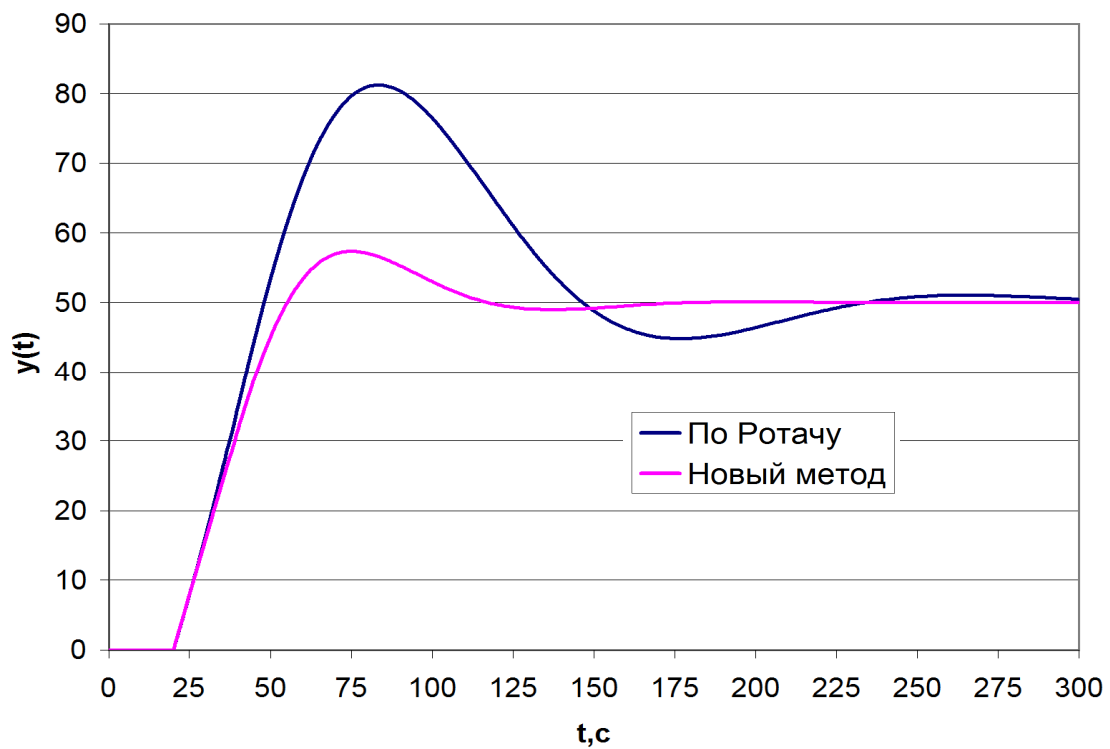


Рис. 3. Переходные процессы в системе с  $R1 = 4, R2 = 800, R3 = 20$

для апериодического процесса с минимальным временем переходного процесса,

$$k_p = \frac{0.7}{k \cdot \tau / T}$$

$$T_i = \tau + 0.3T \quad (4)$$

для процесса с 20%-ным перерегулированием,

$$k_p = \frac{1.0}{k \cdot \tau / T}$$

$$T_i = \tau + 0.35T \quad (5)$$

для минимального интегрального отклонения, где  $\tau$  – запаздывание в объекте ( $R3$  в рис. 1),  $T$  – постоянная времени объекта ( $R2$  в рис. 1),  $k$  – коэффициент передачи объекта ( $R1$  в рис. 1),  $k_p$  – коэффициент пропорциональности регулятора,  $T_i$  – время издержима регулятора, передаточная функция которого  $W(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$ . Для  $R1=20, R2=200, R3=1$  вычислим оптимальные настройки (табл. 2).

Модель с регулятором данного вида, вручную переключаемым с ПИ-регулятором, использованным ранее, представлена на рис. 4.

Таблица 2

Оптимальные настройки ПИ-регулятора для  $R1=20, R2=200, R3=1$

№	Критерий	$k_p$	$T_i$
1	Апериодический с минимальным временем переходного процесса	6	100,8
2	20%-ное перерегулирование	7	61
3	Минимальная интегральная ошибка	10	71

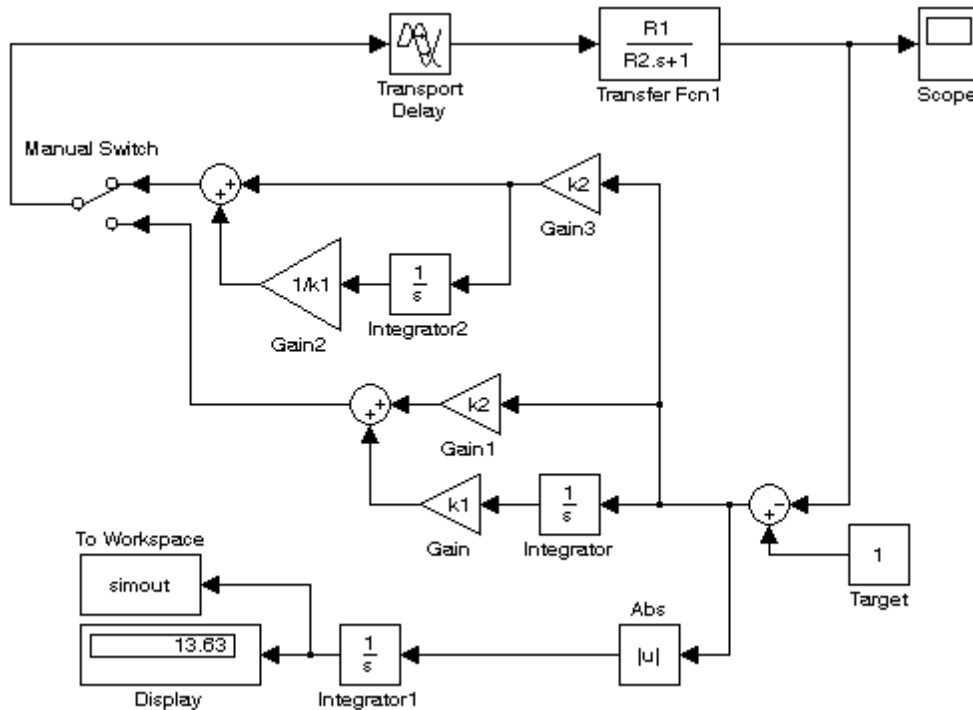


Рис. 4. Модель с двумя регуляторами

Результаты расчета модульной интегральной ошибке на интервале времени 0..300 с приведены в табл. 3.

Переходные процессы приведены на рис. 5. Таким образом, показано, что новый метод обеспечивает лучшие переходные процессы по управлению, чем применяемые раньше.

Таблица 3

**Показатели качества переходных процессов при разных настройках регуляторов**

№	Метод	Модульная интегральная ошибка
1	Апериодический с минимальным временем переходного процесса	20,04
2	20%-ное перерегулирование	18,62
3	Минимальная интегральная ошибка	13,63
4	По В.Я. Ротачу	13,91
5	Новый метод	2,124

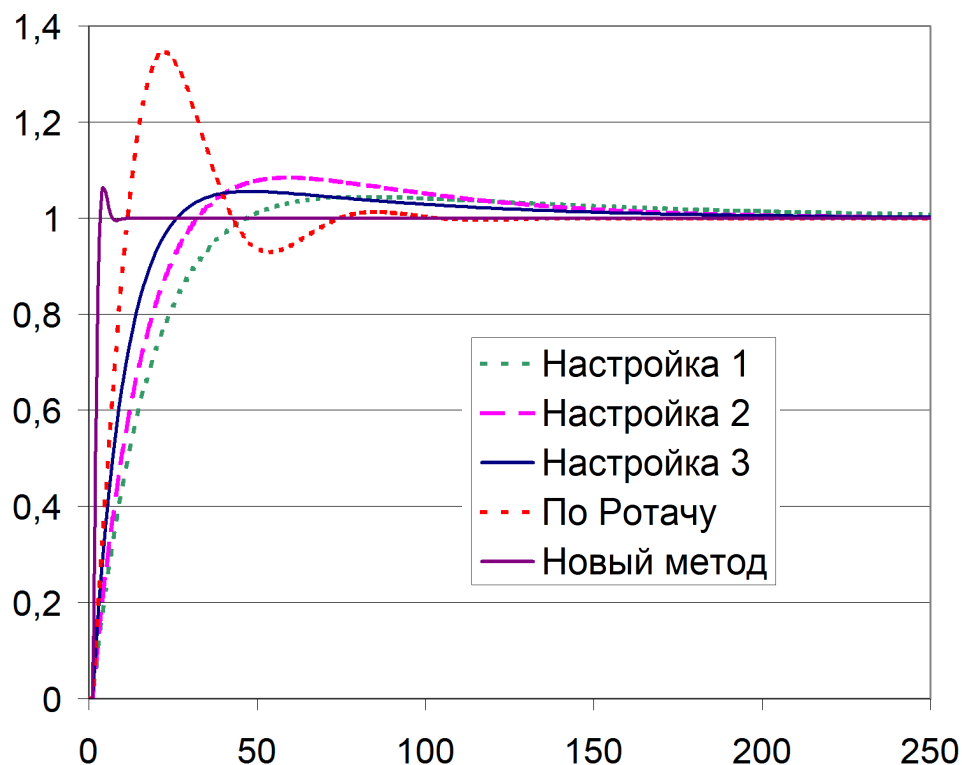


Рис. 5. Переходные процессы в модели с  $R1=20$ ,  $R2=200$ ,  $R3=1$  при разных настройках



Сделано предположение, что существуют зависимости  $K_{II} = K_{II}(R1, R2, R3)$  и  $K_{II} = K_{II}(R1, R2, R3)$ , удовлетворительно аппроксимирующие экспериментальные данные. Произведен поиск коэффициентов  $a_{ij}$  регрессионных зависимостей

$$K_1(R1, R2, R3) = a_0 + a_1R1 + a_2R2 + a_3R3$$

или

$$K_1(\bar{R}) = a_0 + \sum_{i=1}^3 a_i R_i \quad (6)$$

и

$$K_2(R1, R2, R3) = a_0 + a_1R1 + a_2R2 + a_3R3 + a_{12}R1 \cdot R2 + a_{13}R1 \cdot R3 + a_{23}R2 \cdot R3 + a_{11}R1^2 + a_{22}R2^2 + a_{33}R3^2$$

или

$$K_2(\bar{R}) = a_0 + \sum_{i=1}^3 a_i R_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij} R_i \cdot R_j. \quad (7)$$

Результаты поиска коэффициентов для  $K_{II}(\bar{R})$  при разных уставках приведены в табл. 4

Очевидно, что  $K_{II}$  не зависит ни от  $R2$ , ни от взаимного влияния  $R2$  и других параметров. Окончательно, при решении задачи (3) получены зависимости

$$K_{II}(R1, R2, R3) = 0,1094 - 0,00643R1 - 4,2 \cdot 10^{-6} R2 - 0,00277R3$$

$$K_{II}(R1, R2, R3) = -19,1217 + 0,0408R1 - 0,00319R2 + 476,2 \cdot R3$$

а результат решения задачи (4) представлен в табл. 5.

Таблица 4

**Результат поиска коэффициентов аппроксимации (4) в разных реализациях имитационного эксперимента**

$y^*$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{23}$	$a_{11}$	$a_{22}$	$a_{33}$
30	0,16043	-0,00991	0	-0,01132	0	0,00035	0	-0,00041	0	0,00019
40	0,14868	-0,00756	0	-0,01037	0	0,00000	0	0,00000	0	0,00020
50	0,11170	-0,00708	0	-0,00285	0	0,00000	0	0,00000	0	0,00000
60	0,15712	-0,00891	0	-0,01118	0	0,00033	0	-0,00048	0	0,00019
70	0,16354	-0,01239	0	-0,01126	0	0,00033	0	0,00000	0	0,00019
общее	0,162962	-0,01068	0	-0,01145	0	0,000348	0	-0,00031	0	0,000195

Таблица 5

**Результат решения задачи (2) в виде (7)**

	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{23}$	$a_{11}$	$a_{22}$	$a_{33}$
$K_{II}$	0,163	-0,0107	0	-0,0115	0	0,000348	0	-0,00031	0	0,000195
$K_{II}$	0,459	0	-0,0411	-4,691	0	0,9895	-0,125	0	0,00115	15,286

Погрешность результата, рассчитанного в соответствии с табл. 3,  $|K_{II}^* - K_{II}| \leq 0,127$ ,  $|K_{II}^* - K_{II}| \leq 13,12$ , где  $\{K_{II}^*, K_{II}^*\}$  – значения, полученные в результате имитационного эксперимента,  $\{K_{II}, K_{II}\}$  – расчетные значения.

Таким образом, решена задача расчета настроек регуляторов для объекта первого порядка с запаздыванием, позволяющая получать более качественные

переходные процессы по управлению, чем с использованием метода [1]. Следует отметить, что данные настройки не являются оптимальными при компенсации возмущений. Однако для объектов, уставка которых часто меняется (например, управляемых программно в интересах качества технологического процесса), их использование приведет к повышению качества управления.

### Список литературы

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления М.: Издательство МЭИ, 2004. 400 с.
2. Затонский А.В., Беккер В.Ф., Бильфельд Н.В. Управление объектом с переменными свойствами с помощью упредителя // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А.Некрасова.– Т.15.– №2, 2009. – С. 34-37.
3. Копелович А.П. Инженерные методы расчета при выборе автоматических регуляторов М.: Металлургиздат, 1960. 190 с.
4. Бильфельд Н.В. Программа исследования динамики систем управления // Программные продукты и системы. 2010. №3. С. 118.
5. Беккер В.Ф. Системный подход к управлению непрерывно- дискретным производством губчатого титана // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2009. Т. 91. №2. С. 154-158.
6. Кравец О.Я. Гибридные алгоритмы оптимизации моделей множественной регрессии на основе кросскорреляции// Информационные технологии моделирования и управления. 2005. №4, с. 548-554.

# АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕСЕЛЕКЦИИ ЯЧЕЕК ПАМЯТИ ФИЗИЧЕСКИ НЕКЛОНИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ

**Суханов С.В.**

аспирант, МОУ «Институт инженерной физики», г. Серпухов  
neron1987@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается один из способов предварительной обработки ячеек физически неклонируемых функций (ФНФ), построенных на основе ячеек статического оперативного запоминающего устройства (СОЗУ) – параллелизация.

**Ключевые слова:** физически неклонируемые функции, ячейка статического оперативного запоминающего устройства, предварительная обработка, пресеλεκция.

## ANALYSIS OF PHYSICALLY PRESELECTION MEMORY NON-CLONABLE FUNCTIONS

**Suhanov S. V.**

Postgraduate MOU "Institute of Engineering Physics", Serpukhov

**Abstract.** The article describes one way to pretreatment of cells physically nekloniruemyh functions (FNF), built on the basis of cell static random access memory (SRAM) - parallelization.

**Keywords:** physically nekloniruemye function, cell static random access memory, pretreatment preselection.

### Введение



ФНФ – это физическая система (устройство), неотъемлемым свойством которой является неклонируемость (неповторяемость) некоторых ее функций, свойств, характеристик либо параметров [1]. ФНФ состоят из множества компонент, чьи параметры принимают случайные значения во время производства. Значениями параметров компонент, в процессе создания устройства, из-за их физической особенности невозможно управлять. При подаче сигнала на вход устройства формируется выходной сигнал (ответ) в виде значения случайного параметра компоненты, которое для разных устройств будет различным. Таким образом, каждое устройство является уникальным. Следовательно, нельзя получить два идентичных устройства, который при одном и том же входном сигнале формировали один и тот же ответ. ФНФ могут быть использованы во многих технологиях: смарт-карты, банковские карты, RFID-метки, и другие объекты, которые чаще всего подвержены процедуре подделывания.

В соответствии с проведенным анализом [2] многие реализации ФНФ на основе ячеек СОЗУ весьма ненадежны, т.к изменения параметров работы (вариация питания и температуры) сильно сказываются на стабильности ответов устройств. С целью увеличения надежности ответов используются способы предварительной обработки ячеек СОЗУ [3].

### Теория

Предварительная обработка – это способы, с помощью которых сокращается частота появления ошибок во время некоторой процедуры на начальном этапе. Цель предварительной обработки – уменьшение частоты появления ошибок таким образом, что бы последующая коррекция ошибок становилось менее сложной или даже ненужным.

Кроме того, может быть необходимым резервирования ячеек ФНФ – это означает, что более одной ячейки ФНФ используется для формирования одного выходного бита. В контексте кодов коррекции ошибок, это значение было определено как избыточность

«R». В контексте предварительной обработки это называется эффективностью «e»:

$$e = \frac{o}{s}, \quad (1)$$

где  $o$  – количество выходных значений,  $s$  – число всех ячеек ФНФ

Чем выше эффективность, тем лучше подход с точки зрения расходов (площадь, мощность, ...). Например, если для создания одного выходного бита необходимо 5 ячеек ФНФ, то коэффициент полезного действия (КПД)=20%.

Вторая интересная характеристика способов предварительной обработки является отношение между эффективностью и стабильностью. Как правило, чем выше эффективность, тем ниже стабильность. Это соотношение показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – График зависимости эффективности предварительной обработки

Т.е. подходящее соотношение между стабильностью и количеством необходимых ФНФ ячеек должно быть найдено в зависимости от применения.

Идея подхода преселекции аналогична подходам, известным из биометрической техники: только значимые характеристики данных используются для идентификации или в процессе аутентификации. Во время преселекции только характерные ячейки ФНФ выбираются для обеспечения данных для выхода ФНФ. Характерные ячейки, это те ячейки, которые с

небольшой вероятностью производят ошибки. Ячейки ФНФ меняют свои выходные значения при влиянии шума, температуры, старения, и других факторов окружающей среды. Ячейки, изменившие свои выходные данные, скорее всего, изменят их снова. Ячейки, которые изменяют выходной сигнал по любой причине, называются нестабильными. Ячейки ФНФ, которые всегда формируют ожидаемый результат, называются стабильными. Цель состоит в том, что бы найти устойчивые ячейки уже на начальном этапе. Концепция показана на рисунке 2. В этом примере 100 ячеек ФНФ помещают в массив. Нестабильные ячейки зачеркнуты. Порядок маркировки стабильных ячеек называется преселекцией. Остальные 89 ячеек отбирают для дальнейшего пользования. В примере, эффективность  $e = 89\%$ , После процесса преселекции частота ошибок должна уменьшаться.

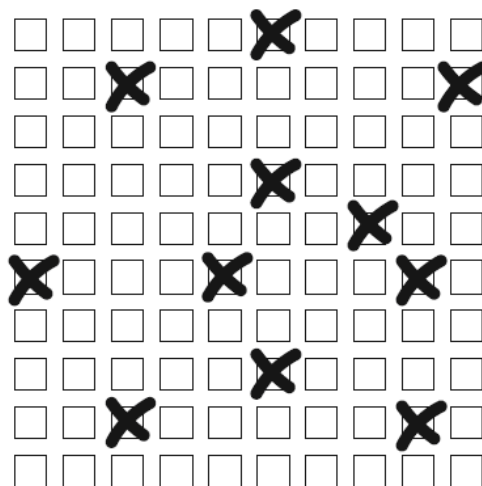


Рисунок 2 – Концепция преселекции

Существуют различные подходы для нахождения нестабильных ФНФ ячеек. В рамках первого подхода все клетки считаются несколько раз. Т.о. могут быть обнаружены ошибки, возникающие из-за шума. Во втором подходе, называемом преселекция пороговой обработки, выбираются только ячейки ФНФ с предопределенным минимальным несоответствием. Подход, который называется преселекция измерения времени, использует сумму времени, которое необходимо для решения ячеек. В преселек-

ции добавления заряда битовая очередь общих ячеек ФНФ предзаряжается для поиска нестабильных ФНФ ячеек.

### 1. Преселекция на основе многократового чтения

В данном подходе измеряется выходные значения с ячеек ФНФ несколько раз. Те ячейки, которые всегда обеспечивают тот же результат, помечаются как полезные. Ячейки, которые не всегда обеспечивают тот же результат, не используются больше. Программное обеспечение должно контролировать процесс считывания на начальном этапе. Информация должна храниться в энергонезависимой памяти. На первый взгляд это кажется хорошим подходом, но на практике возникают различные проблемы. Имеется много циклов считывания, для нахождения ячеек, которые имеют низкую вероятность ошибки. Другие проблемы возникают из-за различных условий окружающей среды. Такие ошибки оказываются хуже, чем ошибки, произведенные шумом, для большинства типов ФНФ. Например, некоторые ячейки ФНФ изменяют свои выходные значения при перегреве. Проблема изображена на рисунке 3. Первоначальная оценка делается при температуре +25 °C (рисунок 3а). После

некоторых считываний, семь ячеек ФНФ изменяют свое выходное значение и поэтому они помечены как нестабильные. Если температура падает до -40 °C, различные ячейки ФНФ нестабильны, чем при +25 °C. Только три из нестабильных ячеек ФНФ изменяют свое поведение при обеих температурах (рисунок 3б). Аналогичная ситуация и при +120 °C. Некоторые из ячеек ФНФ не устойчивы, но только единицы из этих ячеек неустойчивы при +25 °C.

Рисунок 4а показывает зависимость частоты появления битовых ошибок от температуры в одной точке преселекции на основе многократового чтения. Максимальная частота ошибок не может быть многократно снижена. Что бы решить эту проблему, начальные измерения должны быть сделаны во всем диапазоне температур,

Если выполняется начальное считывание, как описано выше, результат показан на рисунке 4б. Используя данный подход преселекции, частота появления битовых ошибок может резко снизиться. К сожалению, считывание при различных температурах в течении начального этапа дорого и не может считаться реалистичной процедурой, что бы уменьшить частоту появления ошибок.

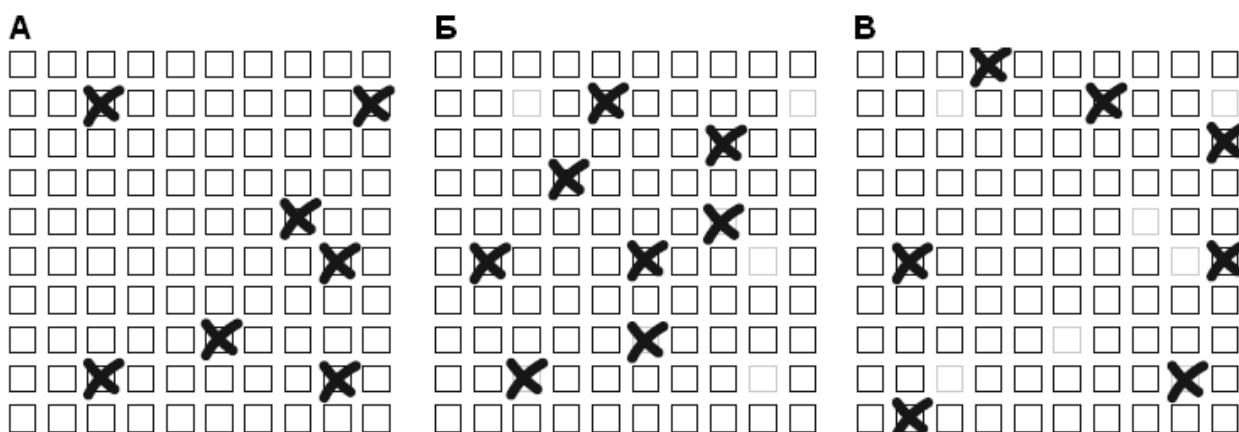


Рисунок 3 (а) Нестабильные ячейки ФНФ при +25 °C; (б) Нестабильные ячейки ФНФ при -40°C; (в) Нестабильные ячейки ФНФ при +120 °C

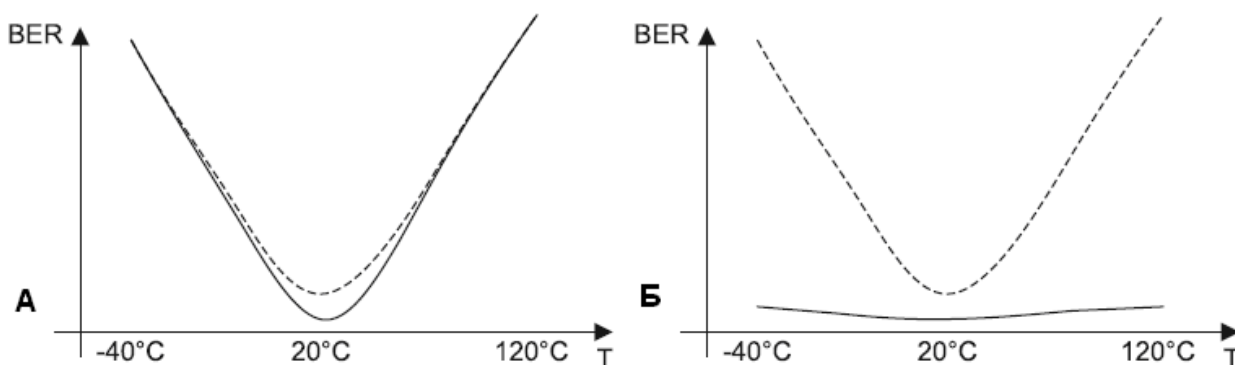


Рисунок 4 – Частота появления ошибочных битов (BER) в зависимости от температуры до (пунктирная линия) и после преселекции на основе многократного чтения (сплошная линия) (а) При температуре +20 °С; (б) При трех температурах (–40°С, 20°С, 120°С)

Другим решением данной проблемы может стать искусственное увеличение шума в ячейках. При таком подходе менее неустойчивые ячейки также могут быть обнаружены во время нескольких считываний при комнатной температуре. Для этого необходим генератор шума.

## 2. Преселекция пороговой обработки

Второй подход, основан на выборе ячеек, которые обеспечивают несоответствие, которое превышает определенный порог.

Например, в случае с ФНФ на основе СОЗУ это несоответствие между вовлеченными транзисторами, которое должно быть больше, чем заданное пороговое значение. Рисунок 5 показывает пороговое напряжение несоответствия ( $\Delta V_{th}$ ) схематично распределенных пар транзисторов. Две пунктирные линии показывают заданный положительный ( $\Delta V_{th+}$ ) и отрицательные ( $\Delta V_{th-}$ ) пороговые значения, где  $|\Delta V_{th+}| = |\Delta V_{th-}|$ . Пороговое значение разделяется функцией распределения в трех областях: центральная площадь включает в себя все пары, чьи несоответствия слишком малы. Они отмечены как бесполезные (NUF). Области слева и справа включают все пары, чьи несоответствия превышают пороговое значение. Эти пары обозначены либо UF+ (положительное несоответствие), либо UF- (отрицательное несоответствие).

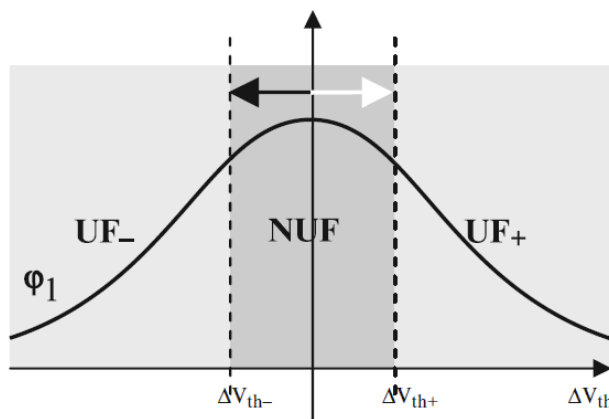


Рисунок 5 – Несоответствие разделено на три группы: Полезные ФНФ ячейки с положительным несоответствием (UF+), полезные ФНФ ячейки с отрицательным несоответствием (UF-) и бесполезные ФНФ ячейки (NUF)

Что бы обеспечить стабильный выход ФНФ, порог должен быть выбран правильно, что бы получить ожидаемый уровень ошибок. Выбор порогового значения является компромиссом между частотой появления ошибок и количеством требуемых ячеек ФНФ. Если пороговое значение выбрано большим, то частота ошибок получается невысокой, но количество неиспользуемых пар получается большим. И наоборот: если пороговое значение выбрано маленьким, то количество выбранных пар и частота ошибок будет большим.

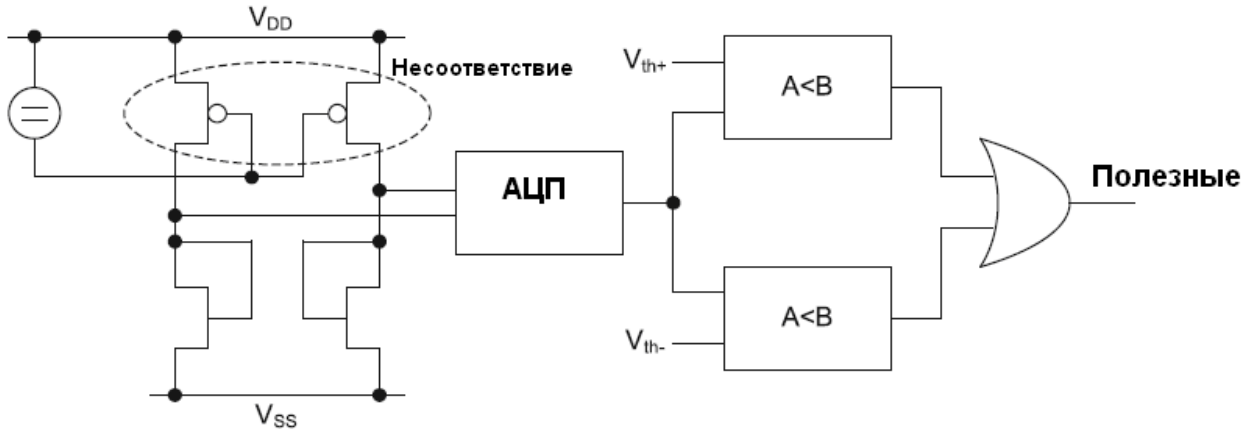


Рисунок 6 – Измерение несоответствия, используя АЦП

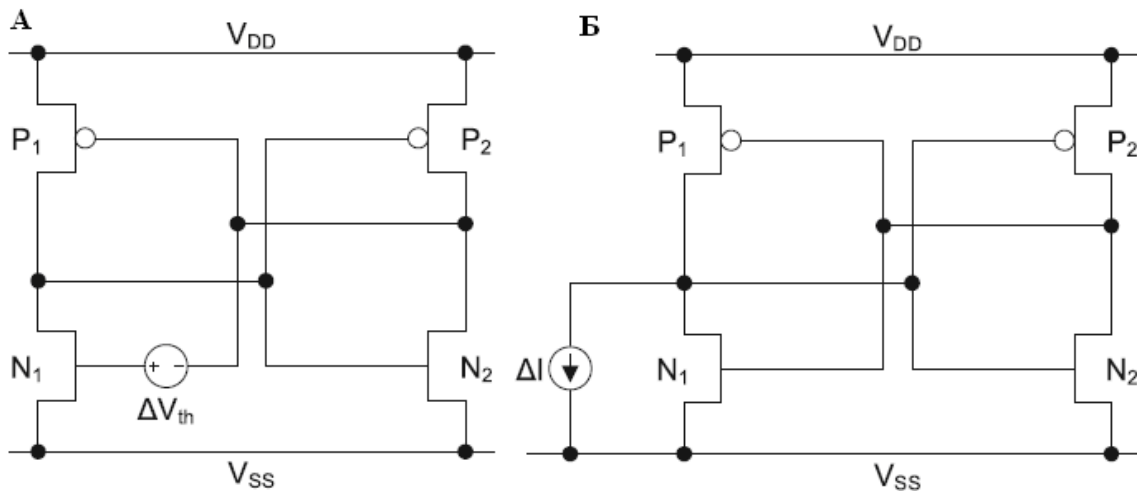


Рисунок 7 – (а) ячейка СОЗУ с дополнительным источником напряжения на затворе  $N1$ ; (б) ячейка СОЗУ с дополнительным источником тока на стоке  $N1$

Одним из способов найти неустойчивые ячейки, заключается в измерении несоответствия  $\Delta V_{th}$ , используя общий аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). На рисунке 6 изображена блок-схема такого подхода. Здесь, несоответствующие компоненты это два транзистора. Из-за несоответствия напряжение на транзисторах отличается. Эта разница напряжений измеряется на АЦП. Ячейка выбирается, если разница превышает порог.

К сожалению, есть некоторые недостатки, связанные с АЦП подходом. Т.к. АЦП будет добавлять

как можно меньшее смещение измерения, то АЦП должно быть большого размер. Кроме того, АЦП не должен зависеть от шума в цепи для предотвращения ошибок. Однако, разрешающая возможность АЦП может быть маленькой.

Еще один подход заключается в добавлении искусственного несоответствия во время измерений. Здесь необходимы по крайней мере два измерения, чтобы обнаружить является ли ячейка полезной или нет. При первом измерении добавляется отрицательное смещение. Т.о. пороговое значение равно  $V_{th-}$ . При

втором измерении, порог перемещается в  $V_{th+}$ . Это показано на рисунке 5 двумя стрелками. Если несоответствие транзисторов превышает порог, то ячейки ФНФ будут предоставлять такое же выходное значение при обоих измерениях. Если несоответствие мало, то выходные значения будут отличаться при измерениях.

Данный подход преселекции может быть реализован различными способами. Схема, реализована с использованием обычных СОЗУ ячеек, изображена на рисунке 7. Транзисторы  $P_1$  и  $P_2$  разработаны таким образом, что они были согласованы. Т.о., несоответствие между двумя n-МОП транзисторами  $N_1$  и  $N_2$  определяют поведение при подаче питания. Для реализации преселекции источник дополнительного напряжения должен быть подведен к одному n-МОП транзистору. Этот источник напряжения позже обеспечивает смещение преселекции (рисунок 7а). Вместо реализации источника напряжения на затворе, его эквивалент, источник тока, должен быть введен параллельно одному из n-МОП транзисторов (рисунок 7б). Т.к. два транзистора имеют разные  $V_{th}$ , количество тока, проходящего через транзисторы, отличается при одинаковом напряжении затвор-исток ( $V_{gs}$ ). Т.о. дополнительное протекание через параллель одного из транзисторов эквивалентно разнице  $V_{th}$ .

### 3. Преселекция измерения времени

Одной из возможностей для измерения стабильности ячеек ФНФ это измерение времени до достижения ячейки определенного выходного напряжения. СОЗУ ячейка (рисунок 8) имеет следующие преимущества: она мала, состоит только из 6 транзисторов, включенных в транзисторную линию, и простая функциональность. Идея подхода заключается в том, что стабильным ФНФ ячейкам нужно меньше времени для определяющего процесса, чем нестабильным ячейкам.

Причиной такого поведения является несоответствие порогового напряжения между вовлеченными транзисторами. Для упрощения анализа предполагается, что МОП транзисторы хорошо согласуются. Т.о., решение зависит только от двух n-МОП тран-

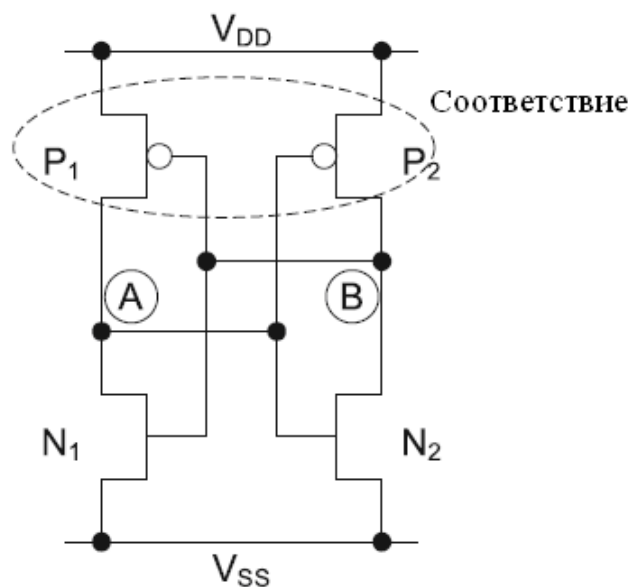


Рисунок 8 – Ячейка СОЗУ

зисторов. Кроме того предполагается, что источники ошибок, такие как шум, старение и температурные сдвиги, непосредственно влияют на пороговое напряжение и т.о. они имеют влияние на выходной сигнал. Если питание включено, напряжение на узлах А и В лежит где-то между  $V_{dd}$  и  $V_{ss}$ , в зависимости от емкостей затворов вовлеченных транзисторов. Если пороговое напряжение транзистора  $N_2$  меньше, чем  $V_{th}$  на  $N_1$ , то ток, протекающий через правую ветвь, будет больше чем ток, протекающий через левую ветвь. Т.о., напряжение на узле В ниже, чем напряжение на узле А. Если напряжение на узле В меньше, то напряжение  $V_{gs}$  на  $P_1$  выше, и напряжение на точке А увеличивается. Это положительная обратная связь. Чем выше различие между пороговыми напряжениями транзисторов, тем быстрее будет найдена стабильная точка. Т.о. схема обнаружения должна быть реализована для измерения времени, необходимого для принятия решения.

На рисунке 9 показана концепция практической реализации. В левой части можно увидеть ячейки ФНФ. Схема измерения задержки изображена в правой части. Сигнал SEL активирует ячейки ФНФ. Два компаратора сравнивают выходное значение порогового напряжения на двух выходных узлах ячейки



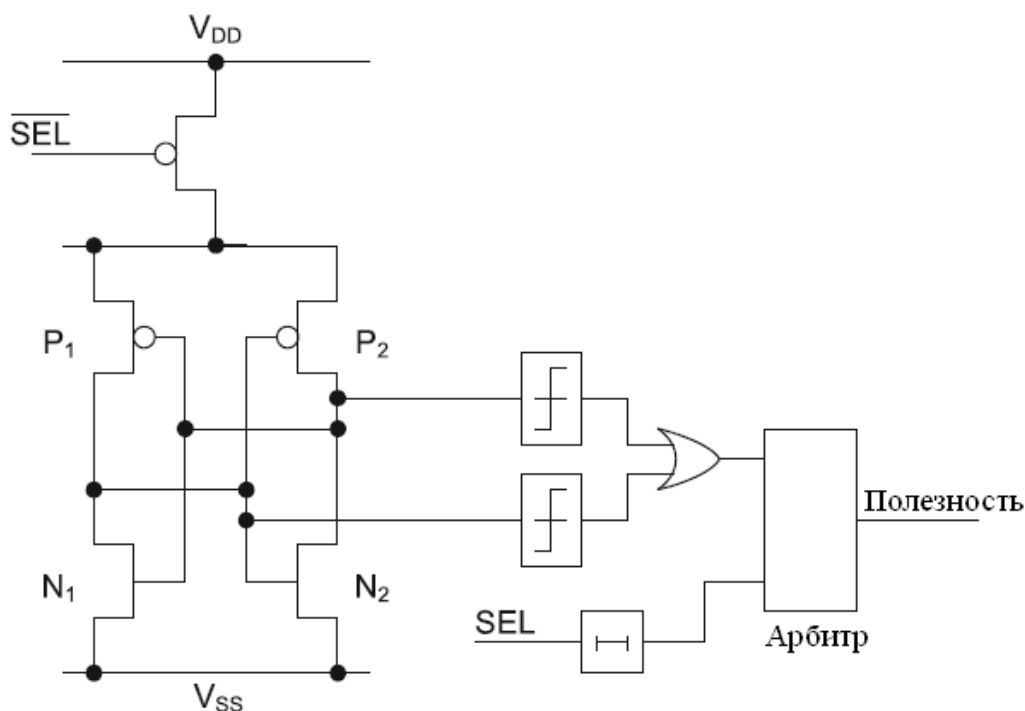


Рисунок 9 – Концепция преселекции с измерением времени

ФНФ. Необходимо только положительное пороговое напряжение. Желаемое выходное напряжение будет достигнуто через некоторое время на одном из двух компараторов. Два выхода компараторов объединяются с помощью логического элемента ИЛИ. Этот сигнал подается на арбитр. На другой вход арбитра подается задержанный сигнал SEL. SEL сигнал, который активируется ячейкой ФНФ, задерживается, используя соответствующую схему. Арбитр сравнивает два сигнала. Если задержанный SEL сигнал прибывает позже, чем выходное значение с компаратора, то на выходе арбитра будет 1. В этом случае, ФНФ определяется полезной.

#### 4. Преселекция добавления заряда

В дополнении к уже описанным подходам, ФНФ ячейки могут быть смещены, используя заряды, которые вводятся в схему по удобным узлам. Эти заряды вводятся в процессе принятия решения и помогают в поиске тех ячеек, которые имеют небольшое несоответствие, которое вероятно будет производить ошибки в будущем.

Принятие решения ФНФ СОЗУ зависит от несоответствия между различными транзисторами. Несовпадений напряжений  $V_{th}$  двух р-МОП транзисторов в большей степени определяют выходное значение ячеек. В случае небольшого несоответствия между этими р-МОП, а также n-МОП N1, N2 и различные емкости транзисторов могут влиять на выходное значение. Для нахождения ячеек с небольшим несоответствием каждую ячейку считывают один раз со смещенной левой ветвью и один раз со смещенной правой ветвью. Если ячейка возвращает такое же значение для обоих случаев, то ячейка рассматривается как стабильная. Степень смещения определяется количеством стабильных ФНФ ячеек.

Для смещения СОЗУ ячеек схема смещения должна иметь доступ к отдельным ветвям ячейки. Смещение на ветвях ФНФ СОЗУ может быть, в основном, сделано через все выводы СОЗУ: Vss, Vdd, WL, BL. Vss, Vdd, WL не могут управляться отдельно в оригинальной схеме. Что бы иметь возможность использовать эти выводы по отдельности для преселекции – схема должна быть модифицирована.

Только напряжение на BL может управляться отдельно для двух различных ветвей с большим преимуществом, т.к. СОЗУ оптимизировано в плане размера. Следовательно, нужно использовать схемы без какой-либо модификации.

Важно, что бы все схемы начинались со значения  $V_b = 0$  для обеих ветвей. Это может быть сделано путем сброса всех узлов включением ФНФ СОЗУ. Способ смещения зависит от используемого вывода ( $V_{ss}$ ,  $V_{dd}$ , WL, BL).

#### 4.1. $V_{ss}$

Если  $V_{ss}$  используется для смещения, то  $V_{ss}$  одной из двух ветвей увеличиться. Уменьшение невозможно, т.к. исток/подложка диода может быть открыта. Если  $V_{ss}$  возрастает, то  $V_{gs}$  уменьшается для этого транзистора и ток, протекающий через  $N_1/N_2$ , будет формировать задержку для этой ветви. На рисунке 10 изображена схема. Перед подачей напряжения на ячейку,  $V_{ss}$  одной из ветвей увеличивается до заранее определенного значения. Подход не влияет на поведение p-МОП транзисторов, но влияет на поведение n-МОП транзисторов, и т.о. косвенно влияет на процесс принятия решения.

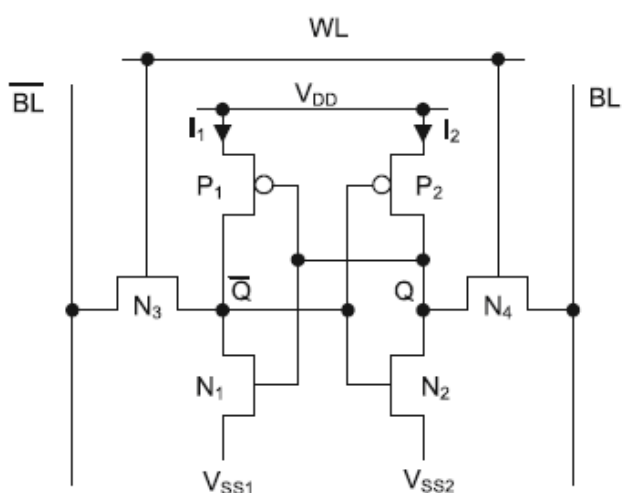


Рисунок 10 – Преселекция с использованием вывода  $V_{ss}$

#### 4.2. $V_{dd}$

Если  $V_{dd}$  используется для смещения, то  $V_{dd}$  одной ветви увеличивается быстрее чем  $V_{dd}$  другой ветви. Это делается путем введения двух различных токов через узлы  $V_{dd}$  двух ветвей. Смещенная ветвь будет достигать  $V_{th}$  раньше, чем включение номинального напряжения и т.о, это будет влиять на принятие решения ячеек. Подача напряжения на схему – это динамический процесс, и становится тяжело контролировать течение тока. Емкости включенных ФНФ ячеек будут отличаться, главным образом, для двух ветвей и они будут влиять на крутизну наклона  $V_{dd}$ . Рисунок 11 показывает схему.

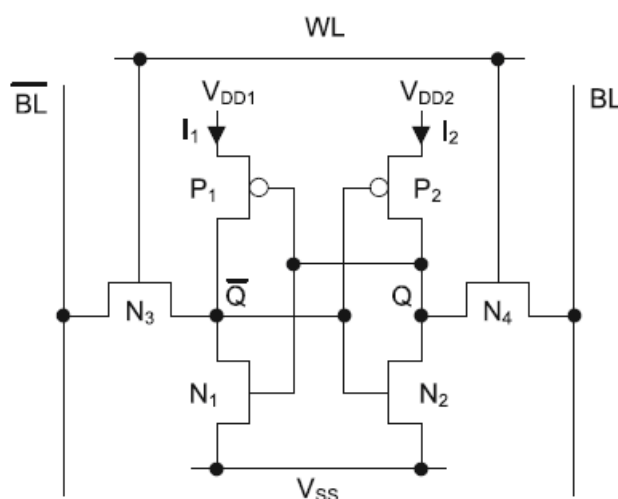


Рисунок 11 – Преселекция с использованием вывода  $V_{dd}$

#### 4.3. WL

Напряжение на выводе WL может быть использовано для производства смещения заряда на  $Q/Q_n$ . Что бы это сделать, после сброса схемы, напряжение на одном из WL-транзисторов слегка возрастает. В связи с увеличением отверстий на затворе электрода, напряжение на  $Q/Q_n$  увеличивается. В течении включения питания  $V_{gs}$  на p-МОП на несмещенной ветви уменьшается, и т.о. транзистор проводит ток позже чем при номинальном режиме. Это будет вынужденное принятие решение смещения точки к  $V_{dd}$ . Дополнительно,  $V_{gs}$  на n-МОП несмещенной точки возрастает, и принятие решение будет двигаться к

V<sub>dd</sub>. Используя этот подход, важно убедиться, что V<sub>th</sub> на WL-транзисторе не возрастает, т.к. это будет подключено к V<sub>b</sub> на BL и это уничтожит функциональность ФНФ. Т.к. емкости между затвором и истоком/стоком малы, механизм предзаряда довольно нечувствителен к шуму на напряжении WL. На рисунке 12 изображена схема.

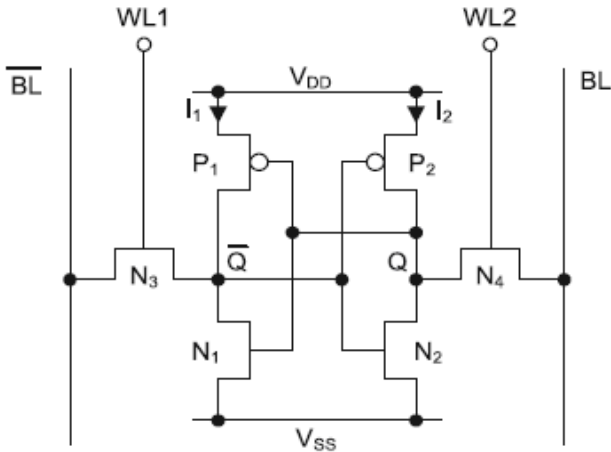


Рисунок 12 – Преселекция с использованием вывода WL

#### 4.4. BL

BL выводы это только выводы, которые могут доступны по отдельности для двух различных ветвей. Это делает преселекцию с помощью BL очень привлекательной, т.к. схема не должна быть изменена. Как и в случае с WL-смещением, смещение использует битовую линию транзисторов и является основой для схемы с предварительным зарядом на Q/Q<sub>n</sub>. Смещение происходит путем изменения напряжения на BL, которое так же влияет на напряжение на Q/Q<sub>n</sub> до тех пор, пока транзистор WL в настоящее время открыт. На рисунке 13 показана схема.

Т.к. битовая линия BL является единственным соединением, которая разделена между двумя линиями СОЗУ, использование BL является наиболее привлекательным подходом преселекции ячеек СОЗУ.

В отличие от других подходов, выпадающее значение частоты ошибок будет существовать за счет шума. Это делает важным использование мажоритарного решения при многократном запуске в допол-

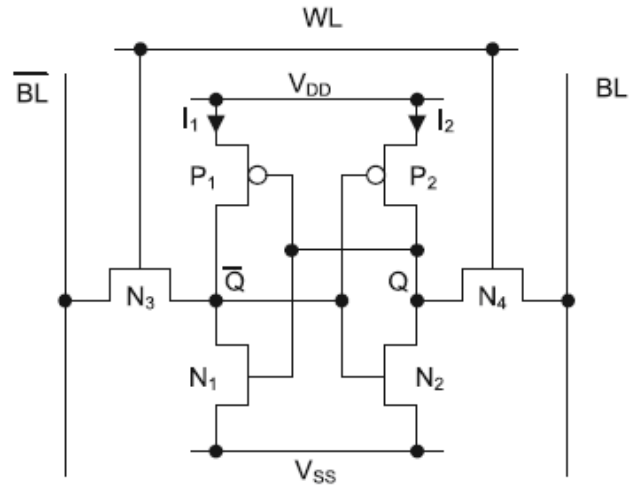


Рисунок 13 – Преселекция с использованием вывода BL

нении к преселекции для того что бы свести к минимуму влияние выпадающих значений шума.

#### Выводы

После преселекции на основе многократного считывания, частота появления битовых ошибок по-прежнему остается слишком высокой. Тем не менее, этот вид преселекции может быть хорошим подходом для сокращения частоты битовых ошибок таким образом, что бы обеспечить небольшую сложность коррекции ошибки для постобработки выходных данных. Кроме того, этот подход преселекции может быть совмещен с одним из других подходов преселекции, в будущем, для уменьшения частоты ошибки.

При преселекции пороговой обработки частота ошибок может быть снижена до  $10^{E-12}$ . В связи с сильным снижением частоты ошибок последующая обработка может быть реализована менее сложной или даже становится ненужной. Кроме того, меньший коэффициент ошибок позволяет снизить энергопотребление и более увеличивает скорость считывания. Дополнительное усиление, вызываемое процессом преселекции, мало по сравнению с преимуществом, т.к. каждый элемент считывается только дважды во время инициализации. Кроме того, инициализация может быть сделана при одной температуре.

### Список литературы

1. Ярмолик В.Н., Вашинко Ю.Г. Физически неклонлируемые функции // Информатика. 2011. №2. – С.92 – 103.
2. Суханов С.В. Сравнительный анализ конструкций кремниевых физически неклонлируемых функций / Суханов С.В., Коваленко М.П., Игнатенко И.А.// Известия Института инженерной физики. 2014. №2(32). – С.2–6.
3. Bohm C., Hofer M. Physical Unclonable Functions in Theory and Practice. – NY.: Sprynger, 2013. – 270 p.
4. Hofer M., Boehm C. An alternative to error correction for sram-like pufs // workshop on cryptographic hardware and embedded systems. 2010. – 335-350 p.

# ВАКУУМНО-КАПИЛЛЯРНАЯ ГИГРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ, МЕХА И ОБУВИ

**Ларина Л.В.,**

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета*

**Аннотация.** *Статья посвящена особенностям процесса вакуумно-сорбционного увлажнения кож как нанотехнологии, обеспечивающей гарантированное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи. Обосновано применение математических моделей, полученных на основе метода стохастического подобия функционирования технических систем. Эти модели позволяют рассчитать привес влаги при вакуумно-сорбционном увлажнении в коже в зависимости от ее стохастического строения.*

**Ключевые слова:** *микрокапилляры кожи, диффузия, эффузия, модель, вакуум, сорбция, теплообмен, нанотехнологии.*

## VACUUM AND CAPILLARY GIGROTERMICHESKY PROCESSING AS NANOTECHNOLOGY IN PRODUCTION OF NATURAL SKIN, FURS AND FOOTWEAR

**Larina L.V.,**

*Institute of service and business (branch) of the Federal public budgetary  
educational institution of higher professional education «Don state technical University»*

**Abstract.** *Article is devoted to features of process of vacuum and sorption moistening of skin as the nanotechnology providing guaranteed impact on microcapillary structure of skin. Application of the mathematical models received on the basis of a method of stochastic Similarity of Functioning of Technical Systems is proved. These models allow to calculate a moisture additional weight at vacuum and sorption moistening in skin depending on its stochastic structure.*

**Keywords:** *microcapillaries of the skin, diffusion, effusion, model, vacuum, sorption, heat exchange, nanotechnologies.*

«Нанотехнология – совокупность методов и способов синтеза, сборки, структуро- и формообразования, нанесения, удаления и модифицирования материалов, метрологическое, информационное обеспечение процессов и технологических операций, направленных на создание материалов и систем с новыми свойствами, обусловленными проявлением наномасштабных факторов» [1].

Нанотехнология в производстве волокнистых материалов (текстильные полотна, кожа, искусственная кожа, мех, искусственный мех, комплексные материалы и др.) активно развивается, захватывая все новые и новые области [1].

По мере проникновения в сущность технологических процессов производства становилось очевидным, что для достижения определенного материаловедческого или технологического эффектов необязательно затрачивать избыточное количество как основных, так и вспомогательных веществ и материалов. Нужны новые научно-методические принципы и подходы. Провидцем такого направления стал Р. Фейнман. В лекции под названием «Там внизу еще очень много места», прочитанной им на собрании Американского Физического Общества в 1960 г., впервые провозглашена неизбежность создания наноразмерных материалов, обладающих наноразмерной структурой и новыми возможностями [1].

Работы по созданию и применению наноматериалов в технологии поштучной обработки кожи и меха были начаты О.П. Титовым под руководством В.С. Думнова еще в начале 70-х гг. XX в. [2]. Разработанные в этих исследованиях представления о строении фибриллы позволили определить дифференциальную пористость кожной ткани и предложить алгоритм, с помощью которого можно рассчитать структурные характеристики дермы, определив всего два параметра. Используя этот алгоритм, можно моделировать формирование объема кожной ткани в технологических процессах кожевенного производства и определять для каждого процесса возможные объемы жидкости, способной аккумулироваться кожной тканью. Данные по расчету количества воды при полном набухании кожной ткани показали, что основная масса жидкости при обработке в кислотах и щелочах сосредоточена в волоконном объеме. Следовательно, если процессы проводить, погружая кожную ткань в жид-

кость, то все пространства в ней будут заняты водой. Проникание материалов будет происходить при этом диффузионно, тогда как нанотехнологии основываются на капиллярном смачивании и быстром проникании за счет этого материалов, содержащихся в составах, в толщу дермы. Следовательно, один из принципов использования нанотехнологий при поштучной обработке – свободное от жидкости и других материалов пространство в волоконном объеме дермы.

Основной принцип интенсифицированной гигротермической обработки, исследованию которой посвящены работы Л.И. Адигезалова [3], Зурабяна [4], В.М. Чесунова [5], Л.В. Лариной [6] в аспекте нанотехнологий, – использование не просто пространства в волоконном объеме дермы, а пространства микрокапилляров, свободных от воздуха и заполняемых паром в условиях вакуума.

Отличительные особенности такой обработки как нанотехнологии представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Вакуумно-капиллярная гигротермия как нанотехнология гигротермической обработки кож**

Термины, характеризующие нанотехнологии	особенности нанотехнологий	Особенности вакуумно-капиллярной гигротермии как нанотехнологии
1	2	4
1. Наночастицы	образование из связанных атомов или молекул с размером менее 100 нм	сорбирование микрокапиллярами кожи радиусом $r < 10^{-7}$ м молекул пара диаметром $d = 3 \cdot 10^{-10}$ м
2. Манипуляции отдельными атомами и молекулами	а) подготовка матрицы; б) подготовка наноконпонентов; в) транспортировка наноконпонентов; г) наноизбирательность; д) самоорганизация.	а) вакуумирование и освобождение капилляров кожи от воздуха; б) получение молекул пара в разреженном состоянии при низком парциальном давлении; в) транспортировка молекул пара вакуумом; г) сорбция пара только в микрокапиллярах; д) образование новых межмолекулярных связей между цепями в структуре коллагена кожи.
3. Проявление наномасштабных факторов в материалах с улучшенными свойствами	а) улучшение свойств обрабатываемых материалов; б) совмещение процессов.	а) остаточная деформация в кожах увеличивается в 2 раза, модуль упругости уменьшается в 1,5–2 раза; б) совмещение увлажнения, фиксации, сушки, влажно-тепловой обработки.

Таким образом, интенсифицированная гигротермическая обработка кожевенно-обувных материалов в условиях вакуума, в основе которой заложено избирательное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи, может быть названа вакуумно-капиллярной, характерной особенностью которой является воздействие на объекты с размерами не более 100 нм (микрокапилляры кожи) частицами, имеющими такой же порядок размеров (молекулами пара в разреженном состоянии).

Сложность математического описания интенсифицированных гигротермических процессов состоит в том, что эти процессы абсолютно далеки от термодинамического равновесия, а теория неравновесных термодинамических процессов недостаточно развита, и для описания их следует применять концепции квантовой физики и нанотехнологии [1]. А так как классические законы физики остаются справедливыми для систем до 10 нм, то при меньших размерах возникают новые закономерности, и для математического описания процессов требуются новые методы, к которым может быть отнесен метод подобия функционирования технических систем (ПФТС).

В зависимости от задачи и этапа исследования подобия технического состояния систем критери-

альные модели могут быть детерминированными и стохастическими.

Натуральные кожи, используемые при изготовлении верха обуви, обладают свойствами анизотропии в связи со спецификой их производства (выделки), разбросом параметров животных, из шкур которых эти кожи выделяются, а также большим количеством других случайных факторов. В связи с этим сложно предсказать заранее или свести к одному параметру свойства конкретного участка кожи, т.е. любой количественный результат, который характеризует свойства конкретного образца кож, будет стохастическим (случайно сформированным) [6]. С учетом этих особенностей натуральных кож необходимо рассматривать стохастическое подобие функционирования технических систем с учетом возможного отклонения от аналога параметров обработки. Модели, базирующиеся на таком подходе, могут быть положены в основу концепции по созданию унифицированного гигротермического оборудования, реализующего возможность совмещения технологических операций при вакуумно-капиллярной интенсифицированной гигротермической обработке натуральных кожевенно-обувных материалов.

### Список литературы

1. Нанотехнологии в ближайшее десятилетие // под ред. М. Роко, Р.С. Уильямов, П.А. Аливисагора / пер. с англ. А.В. Хечдяна, под ред. Р.А. Андриевского – М. – 2002. – 290 с.
2. Титов А.О., Титов О.П. О строении фибриллы коллагена кожи и меха в 21-ом веке //Технология, качество, экология, образование: сб. статей междунар. науч. конф. –Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. – 352 с.
3. Адигезалов Л.И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 136 с.
4. Зурабян К.М. Пропитка кож хромового дубления водяными дисперсиями полимеров. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 192 с.
5. Чесунов В.М. Оптимизация процессов сушки в легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 112 с.
6. Ларина Л.В., Першин В.А., Смирнов В.В. Математическое моделирование нанотехнологий в производстве обуви // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: сб. ст. III междунар. науч.-техн. конф. молодых специалистов, аспирантов и студентов. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С. 107–111.

## СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 3,7- ДИАЗАБИЦИКЛО [3.3.1] НОНАНА

**Абдулнаби Н.М.**

Московский государственный университет тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова;

Аль-Мустансирия университета (Ирак, Багдад).

nabihalbidany@yahoo.com

**Сенан И.М.,**

к.х.н., Московский государственный университет тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова.

abramko77@yahoo.com

**Аннотация.** Конденсацией 1-аминоадамантана с параформальдегидом и симметричными дизамещенными кетонами типа  $(RCH_2)_2CO$  получены 1,5-дизамещенные-3,7-ди(1'-адамантил)-3,7-дiazабцикло [3.3.1] нонаны и превращены в гидрохлоридов.

**Ключевые слова:** 1-аминоадамантан, диэтилкетон, дибензилкетон, циклододеканона, параформальдегид, биспидин, 3,7-ди(1'-адамантил)-3,7-дiazабцикло[3.3.1] нонан.

## SYNTHESIS OF NEW DERIVATIVES OF 3,7- DIAZABICYCLO [3.3.1] NONANE

**Abdulnabi N.M.**

Moscow State University of Fine Chemical Technologies named after M.V. Lomonosov.

Al-Mustansiriya University (Iraq, Baghdad).

**Senan I.M.**

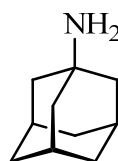
Moscow State University of Fine Chemical Technologies named after M.V. Lomonosov.

**Abstract.** The condensation of 1-adamantylamine with paraformaldehyde and symmetrical disubstituted ketones type  $(RCH_2)_2CO$  obtained 1,5-disubstituted-3,7-di(1'-adamantyl)-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonanes which was converted into the hydrochlorides.

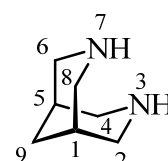
**Keywords:** 1-adamantylamine, diethylketone, dibenzylketone, cyclododecanone paraformaldehyde bispidine, 3,7-di(1'-adamantyl)-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonane.

Известно, что производные адамантана являются веществами широкого спектра биологической активности [1,2], в том числе противовирусной [3,4]. Также производные биспидина обладают разной биологической активностью [5]: анальгетической [6], нейротрофической [7,8], кардиоваскулярной и могут использоваться в качестве сердечно-сосудистых лекарств [9,10].

Синтез веществ, содержащих в своих молекулах два и более фармакофорных фрагмента, может не только расширить их терапевтический эффект, но и привести к появлению у них нового вида активности. Выбор 1-аминоадамантан в качестве исходного амина для этой реакции позволяет сочетать полезные свойства биспидина и адамантана.



1-аминоадамантан



биспидин

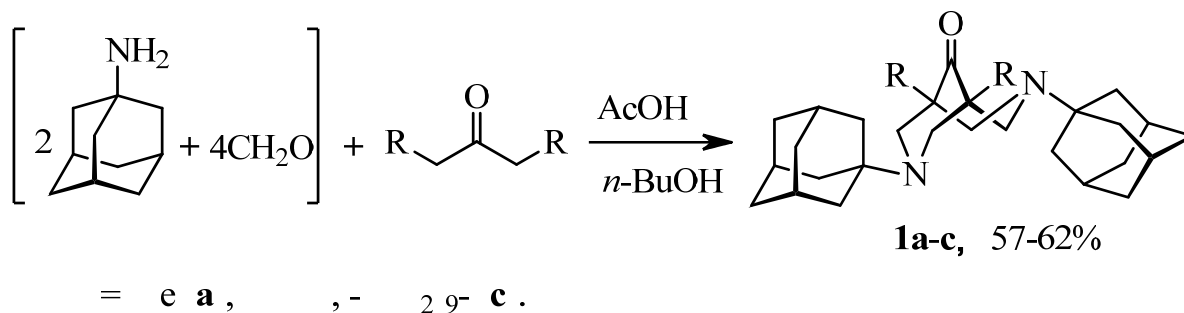
Конденсацией 1-аминоадамантана с диэтилкетонем и формальдегидом в кипящем бутаноле в присутствии уксусной кислоты с выходом 60% впервые синтезирован *N,N'*-ди(1'-адамантил)-1,5-диметилбиспидин-9-он **1a**. Аналогичным образом из циклододеканона и дибензилкетон с выходом 62% и 57% получены *N,N'*-ди(1'-адамантил)-1,5-дифенилбиспидин-9-он **1b** и *N,N'*-ди(1'-адамантил)-



*N,N'*-ди(1'-адамантил)-1,5-нонаметилебиспидин-9-он **1с**.

в спектрах в виде сигналов соответствующей мультиплетности.

### Схема 1

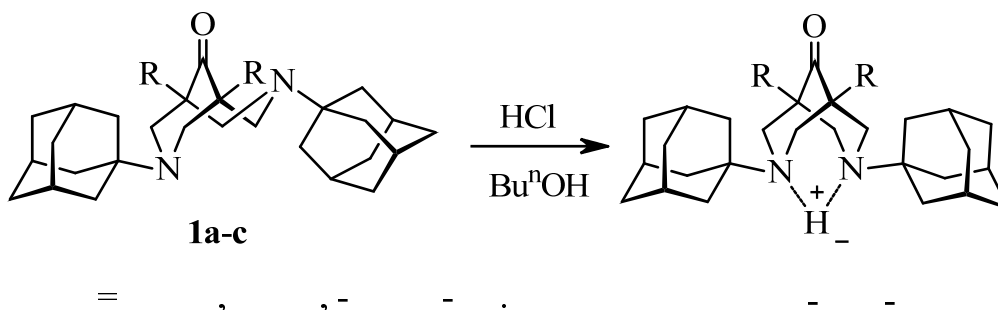


Полученные 3,7-ди(1'-адамантил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонаны не растворимые в воде, с целью их растворимости в воде превращены в гидрохлоридов.

В спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  биспидин-9-онов наиболее типичны сигналы атома углерода карбонильной группы, наблюдающиеся при 212.2-219.1.

Успешному синтезу 3,7-ди(1'-адамантил)-3,7-

### Схема 2



Строение соединений **1** и **2** подтверждено данными элементного анализа, спектроскопии ИК, ЯМР  $^1\text{H}$ , ЯМР  $^{13}\text{C}$  и масс-спектрометрии.

В их ИК спектрах в области 1705-1710  $\text{cm}^{-1}$  присутствует интенсивная полоса поглощения валентных колебаний карбонильной группы.

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  характеризуются наличием АВ-системы в области 3.50-2.50 м.д., являющейся результатом взаимодействия геминальных протонов при атомах С(2), С(4), С(6) и С(8). Заместители при атомах С(1), С(5), N-3 и N-7 проявляются

диазабицикло[3.3.1]нонанов **1a-c** способствовала модификация реакции Манниха, заключающаяся в том, что синтез проводится в одном реакторе в два этапа. Сначала получают продукт конденсации 1-аминоадаматана с формальдегидом. На втором этапе этот продукт без выделения в том же растворителе конденсируют с кетоном в присутствии уксусной кислоты.

#### Экспериментальная часть

В работе использовали перегнанные растворители и реагенты отечественного производства «х.ч.» и

зарубежного производства диэтилкетон, дипропилкетон, дибутилкетон, дибензилкетон и циклододеканон (Sigma-Aldrich). 1-Аминоадамантан получали подщелачиванием коммерчески доступного гидрохлорида аминоадамантана.

ИК-спектры исследуемых соединений регистрировали на спектрофотометре «Bruker IFSv» в таблетках с KBr. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  растворов веществ в  $\text{CDCl}_3$  записывали на спектрометре «Bruker AM-300» с рабочей частотой 300.13 МГц для  $^1\text{H}$  и 75.47 МГц для  $^{13}\text{C}$ , внутренний стандарт —  $\text{SiMe}_4$ . Масс-спектры электронного удара регистрировали на приборе «MS-30 Kratos» с прямым вводом образца в ионный источник при энергии ионизирующих электронов 70 эВ, температуре ионного источника 200 °С. Контроль за ходом реакций и индивидуальностью веществ осуществляли методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254. Пятна проявляли парами йода во влажной камере. Температуры плавления определяли на приборе ПТП-М.

### 1,5-Дизамещенные 3,7-ди(1-адамантил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (1).

**Общая методика:** раствор 3.00 г (20 ммоль) 1-аминоадамантана и 1.20 г (40 ммоль) параформальдегида в 25 мл *n*-BuOH нагревали 2 ч при слабом кипении. К охлажденной реакционной массе прибавили (10 ммоль) кетона типа  $\text{RCH}_2\text{COCH}_2\text{R}$  и 1.50 г (25 ммоль)  $\text{AsOH}$  и нагревали еще 2 ч. После охлаждения реакционную смесь нейтрализовали  $\text{K}_2\text{CO}_3$  до pH 10, упарили и экстрагировали кипящим толуолом (3×20 мл). Растворитель отогнали, остаток перекристаллизовали из *n*-гептана.

**3,7-ди(1-адамантил)-1,5-диметил-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-он (1a).** Выход 2.60 г (60%), кристаллы белого цвета, т.пл. 224—226 °С (из *n*-гептана). Найдено (%): С, 79.86; Н, 10.20; N, 6.48.  $\text{C}_{29}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено (%): С, 79.76; Н, 10.16; N, 6.42. ИК-спектр,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ : 1708 (C=O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) ( $\delta$ , м.д., J/Гц): 0.92 (с, 6 Н, 2  $\text{CH}_3$ ); 1.59, 1.66, 2.06 (м, 30 Н, 2 Ad); 2.60, 3.07 (оба д, 8 Н, 4  $\text{NCH}_2\text{C}$ ,  $J = 10.3$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\delta$ , м.д.): 216.38 CO(9), 56.16 (C(2), C(4), C(6), C(8)), 53.83 (3,7-C—N), 46.29 (C(1), C(5)), 39.10 (2

$\text{NC}(\text{CH}_2)_3$  (Ad)), 36.82 (6  $\text{CHCH}_2\text{CH}$  (Ad)), 29.71 (6  $\text{CH}$  (Ad)), 19.00 (1,5- $\text{CH}_3$ ). Масс-спектр,  $m/z$  (Iотн (%)): 436  $[\text{M}]^+$  (68), 301 (26), 273 (60), 258 (100), 178 (98), 164 (7), 135 (63).

**3,7-ди(1-адамантил)-1,5-дифенил-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-он (1b).** Выход 1.30 г (65%), кристаллы белого цвета, т.пл. 262—264 °С (из *n*-гептана). Найдено (%): С, 83.52; Н, 8.63; N, 5.00.  $\text{C}_{33}\text{H}_{52}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено (%): С, 83.23; Н, 8.69; N, 5.23. ИК-спектр,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ : 1727 (C=O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) ( $\delta$ , м.д., J/Гц): ( $\delta$ , м.д., J/Гц): 1.16, 1.68, 2.22 (м, 30 Н, 2 Ad); 2.64, 3.20 (оба д, 8 Н, 4  $\text{NCH}_2\text{C}$ ,  $J = 10.0$ ); 7.35-7.86 (м, 10 Н, Ar). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\delta$ , м.д.): 212.17 CO(9), 136.21 C(Ar), 129.13, 128.02, 127.78 CH(Ar), 70.98 (C(2), C(4), C(6), C(8)), 49.09 (3,7-C-N), 46.49 (C(1), C(5)), 38.52 (2  $\text{NC}(\text{CH}_2)_3$  (Ad)), 35.29 (6  $\text{CHCH}_2\text{CH}$  (Ad)), 29.78 (6  $\text{CH}$  (Ad)). Масс-спектр,  $m/z$  (Iотн (%)): 560  $[\text{M}]^+$  (12), 425 (6), 396 (55), 382 (34), 247 (8), 178 (76), 164 (6), 135 (100), 79 (10).

**13,16-ди(1-адамантил)-13,16-дiazатрицикло[9.3.3.1<sup>11</sup>]октадекан-18-он (1c).** Выход 3.10 г (53%), кристаллы белого цвета, т.пл. 232-234 °С (из *n*-гептана). Найдено (%): С, 81.17; Н, 10.67; N, 5.10.  $\text{C}_{36}\text{H}_{56}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено (%): С, 81.15; Н, 10.59; N, 5.26. ИК:  $\nu/\text{cm}^{-1}$ : 1704 (C=O). ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) ( $\delta$ , м.д., J/Гц): 0.88-1.42 (м, 12Н, 6  $\text{CH}_2$ ); 1.62, 1.66, 1.91 (м, 30 Н, 2 Ad); 1.81 (м, 2 Н,  $\text{CH}_2$ ); 2.10(м, 4 Н, 2  $\text{CH}_2$ ); 2.51, 3.23 (оба д, 8 Н, 4  $\text{NCH}_2\text{C}$ ,  $J = 10.3$ ). ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CDCl}_3$ ): ( $\delta$ , м.д.): 219.14 CO(9), 64.28 (C(2), C(4), C(6), C(8)), 54.84 (3,7-C-N), 53.23 (C(1), C(5)), 39.94 (2  $\text{NC}(\text{CH}_2)_3$  (Ad)), 38.32 (6  $\text{CHCH}_2\text{CH}$  (Ad)), 29.92 (6  $\text{CH}$  (Ad)), 52.37, 50.38, 27.08, 25.95, 23.59 (1,5-цикло 9  $\text{CH}_2$ ). Масс-спектр  $m/z$  (Iотн(%)): 532  $[\text{M}]^+$  (8), 397 (4), 369 (10), 354 (40), 257 (6), 219 (1), 178 (98), 164 (42), 135 (100), 108 (20), 94 (38), 57 (18), 43 (22).

### Гидрохлориды 1,5-Дизамещенные 3,7-ди(1-адамантил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]н-онан-9-она (2)

**Общая методика:** к раствору (2 ммоль) биспидинона (1a-c) в 5 мл  $\text{Bu}^n\text{OH}$  при перемешивании прибавили 0.23 г (6 ммоль) соляной кислоты, выпавший осадок отфильтровали и высушили на фильтровальной бумаге и перекристаллизовали из EtOH.

**Гидрохлорид 3,7-ди(1-адамантил)-1,5-димтил-3,7-диазацикло[3.3.1]нонан-9-он (2a).**

Выход 0.78 г (80%) кристаллы белого цвета, т.пл. 238-240 °С (из EtOH). Найдено (%): С, 73.66; Н, 9.59; N, 5.92.  $C_{29}H_{45}ClN_2O$ . Вычислено (%): С, 73.83; Н, 9.22; N, 5.84.

**Гидрохлорид 13,16-ди(1-адамантил)-13,16-диазатрицикло[9.3.3.1<sup>11</sup>]октадекан-18-он (2b)**

Выход 1.20 г (83%) кристаллы белого цвета,

т.пл. 245-247 °С (из EtOH). Найдено (%): С, 75.59; Н, 10.09; N, 4.92.  $C_{29}H_{45}ClN_2O$ . Вычислено (%): С, 75.22; Н, 10.34; N, 4.77.

**Гидрохлорид 3,7-ди(1-адамантил)-1,5-дифенил-3,7-диазацикло[3.3.1]нонан-9-он (2c).**

Выход 0.90 г (76%) кристаллы белого цвета, т.пл. 291-293 °С (из EtOH). Найдено (%): С, 78.43; Н, 8.27; N, 4.69.  $C_{39}H_{49}ClN_2O$ . Вычислено (%): С, 78.65; Н, 7.94; N, 4.29.

**Список литературы**

1. S. M. Smith, J. G. Gums, *Pediatr Drugs*, 2010, 12 (5), 285.
2. J. Rouden, M. C. Lasne, J. Blanchet, J. Baudoux, *Chem. Rev.*, 2014, 114, 712.
3. A. Plas, F. Marchand, A. Eschaliere, Y. Troin, P. Chalard, *Eur. J. Org. Chem.*, 2012, 30, 6070.
4. C. Eibl, L. Munoz, I. Tomassoli, C. Stokes, R. L. Papke, D. Gündisch, *Bioorg. Med. Chem.*, 2013, 21, 7309.
5. C. Eibl, I. Tomassoli, L. Munoz, C. Stokes, R. L. Papke, D. Gündisch, *Bioorg. Med. Chem.*, 2013, 21, 7283.
6. G. S. Smith, M. D. Thomson, K. D. Berlin, E. M. Holt, B. J. Scherlag, E. Patterson, R. Lazzara, *Eur. J. Med. Chem.* 1990, 25, 1.
7. G. L. Garrison, K. D. Berlin, B. J. Scherlag, R. Lazzara, E. Patterson, T. Fazekas, S. Sangiah, C. L. Chen, F. D. Schubot, D. van der Helm, *J. Med. Chem.* 1996, 39, 2559.
8. U. Schon, J. Antel, R. Bruckner, J. Messinger, *J. Med. Chem.*, 1998, 41, 318.
9. К. А. Потехин, О. И. Левина, Ю. Т. Стручков, А. М. Светланова, Р. С. Идрисова, В. А. Палюлин, Н. С. Зефиоров, *Журн. Всесоюз. хим. о\_ва им. Д. И. Менделеева*, 1991, 1, 87 [*Mendeleev Chem. J.*, 1991, 1, 87].
10. G. M. Sheldrick, *Acta Crystallographica A*, 2008, 64, 112.

## ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ КАРТОФЕЛЯ НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ

**В.И. Костюк**

Полярно-альпийский ботанический сад-институт  
Кольского научного центра РАН (г. Апатиты, Россия)  
vikos47@mail.ru

**Аннотация.** Мурманская область, входящая в зону холодного и гумидного климата Фенноскандии, характеризуется неблагоприятными условиями для выращивания картофеля. Приведены результаты системного анализа кооперативного влияния температуры воздуха и атмосферных осадков на продуктивность данной культуры. Показано, что формирование урожая картофеля за полярным кругом осуществляется в условиях своеобразного сочетания метеорологических условий – сравнительно низких температур воздуха в период вегетации растений и большого количества атмосферных осадков.

**Ключевые слова:** урожайность, гидротермические условия, системный подход.

## HYDROTHERMAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF POTATO YIELDS IN THE KOLA NORTH

**V.I. Kostyuk**

Polar-alpine botanical garden-institute  
Kola scientific centre of RAS, Apatity, Russia)

**Annotation.** Murmansk region within the area of cold and humid climate Fennoscandia is characterized by unfavorable conditions for the cultivation of potatoes. The results of the system analysis of the cooperative influence of air temperature and atmospheric precipitation on the productivity of the crop are given. It is shown that the formation of potato yields in the Arctic Circle is performed under a peculiar combination of meteorological conditions - a relatively low air temperatures during the growing season and a lot of precipitation.

**Keywords:** productivity, hydrothermal conditions, system approach.

**М**урманская область, входящая в зону холодного и гумидного климата Восточной Фенноскандии, характеризуется неблагоприятными условиями для выращивания картофеля. Лето здесь сравнительно прохладное и короткое – период вегетации культурных растений длится со второй декады июня до конца августа. Так, например, на широте г. Апатиты ( $\approx 67^\circ$  с.ш.) средняя температура воздуха в июне составляет всего 9.2, июле - 13.5 и августе - 11.8°C. Период с температурой выше 10°C составляет 76 сут. За июнь-август выпадает около 170 мм атмосферных осадков (июнь - 49, июль - 58, август - 62 мм), однако в отдельные летние месяцы при дефиците осадков возможно возникновение специфической "полярной засухи", длящейся иногда до 3-4 недель [4].

Целью данной работы было изучение влияния температуры воздуха и атмосферных осадков

на продуктивность картофеля на основе системного подхода. Статистическую обработку первичных данных осуществляли с применением программы STATISTICA v.8.0 [3].

Для анализа использовали результаты 22-летних агроэкологических наблюдений за формированием урожая картофеля сорта Хибинский ранний на коллекционных питомниках Полярной опытной станции ВИРа (г. Апатиты). Картофель высаживался на участках с хорошо окультуренной старопашотной почвой в интервале с 25 мая по 5 июня. Перед посадкой под картофель вносилось 60-70 т/га навоза в сочетании с комплексными минеральными удобрениями, которые применялись в дозах N80-90 P80-90 K80-90 кг д.в./га. Уборка картофеля производилась с 25 августа по 10 сентября.

Данные о среднемесячных температурах июня, июля и августа, а также о количестве атмосферных

осадков, выпадающих в эти месяцы, были предоставлены Апатитской гидрометеорологической станцией Мурманского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Урожайность картофеля за годы наблюдений колебалась в довольно широком диапазоне – от 2.4 до 4.6 кг/м<sup>2</sup> (средний многолетний уровень данного показателя составил 3.3 кг/м<sup>2</sup>). Усредненная за три летних месяца температура воздуха изменялась по годам от 10.0 до 14.0°C (среднее многолетнее значение – 11.9°C). Сумма атмосферных осадков за период вегетации растений картофеля варьировала в пределах 94 - 278 мм (среднее значение – 178 мм). Между многолетними колебаниями температуры воздуха и сумм осадков наблюдалась отрицательная корреляция –  $r = -0.20$ ,  $P = 0.37$ .

Урожайность картофеля положительно (хотя и умеренно) коррелировала с температурой воздуха в период вегетации растений ( $r = 0.25$ ,  $P = 0.26$ ), тогда как ее связь с количеством осадков была нулевой ( $r = 0.002$ ). Отсутствие последней корреляции вызывает вопросы, поскольку картофель относится к культурам весьма требовательным к условиям водообеспечения [2].

Разобраться в структуре связей между обсуждаемыми показателями позволяет факторный анализ результативных данных за 22 года наблюдений (табл. 1). При данном подходе в общем пуле вариаций урожайности картофеля и метеофакторов выделились две главные компоненты. Полученные результаты показывают, что урожайность картофеля в большей степени зависела от температурных условий вегетационного периода, чем от количества выпадающих осадков.

Однако следует подчеркнуть, что значительная часть вариаций температурного фактора (по величине факторных нагрузок) вошла также в структуру второй главной компоненты, появление которой было связано с доминирующим влиянием на хозяйственную продуктивность картофеля фактора обеспеченности растений влагой. Доля второй компоненты в общем пуле вариаций триады рассматриваемых показателей (77%) оказалась довольно существенной – 33%.

Таблица 1

**Результаты факторного анализа  
исходных данных с использованием  
метода главных компонент  
(способ вращения осей –  
варимакс нормализованный)**

Показатели	Главные компоненты	
	F1	F2
Урожайность картофеля	0.88*	-0.16
Осадки	0.02	-0.93*
Температура воздуха	0.67	0.46
Собственное значение вектора	1.32	1.00
Доля общей дисперсии, %	43.9	33.4

Примечания. 1) Звездочкой отмечены наиболее существенные факторные нагрузки, превышающие по модулю 0.7; 2) Собственные значения векторов и доли общей дисперсии относятся к ситуации до вращения осей.

Данное обстоятельство указывает на сопряженный характер влияния двух метеофакторов на урожайность картофеля. Достаточно высокий уровень объяснения общей вариации показателей двумя главными компонентами (77%) свидетельствует о том, что урожайность картофеля в годы исследований в значительной степени зависела именно от погодных условий.

На следующем аналитическом этапе многолетний ряд урожайности картофеля с помощью кластерного анализа был разбит на две статистически однородные группы – “низкие” и “высокие” урожаи. В группу с низкой урожайностью картофеля вошли данные за 15 лет наблюдений, а в группу с высокой урожайностью – за 7 лет (табл. 2).

Различие между группами по урожайности картофеля оказалось почти полтора кратным. В годы с высоким выходом урожая товарных клубней с единицы площади агроценоза потребность растений картофеля в ресурсах тепла была повышенной (11.5→12.8°C), а в обеспеченности водными ресурсами - относительно пониженной (181→172 мм).

## Результаты кластер-анализа структуры урожайности картофеля за 22 года наблюдений

Категория урожая	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм	
	R	X ± SE	R	X ± SE	R	X ± SE
Низкий	2.4-3.4	2.8±0.1	10.0-15.2	11.5±0.4	127-278	181±13
Высокий	3.8-4.6	4.3±0.1	11.3-14.0	12.8±0.4	94-256	172±22

Примечания. R - абсолютный размах колебаний показателя; X ± SE – средняя арифметическая и ее стандартная ошибка.

В группе с низкой урожайностью картофеля статистическая связь данного показателя с количеством атмосферных осадков имела отрицательный характер ( $r = -0.39$ ,  $P = 0.15$ ), а с температурными условиями она была практически нулевой ( $r = 0.04$ ,  $P = 0.90$ ).

В те годы, когда достигалась максимальная урожайность картофеля, предпочтительное сочетание метеофакторов для данной культуры приобретало несколько иные очертания. В эти годы отрицательная корреляция урожайности картофеля с осадками ослабевала ( $r = -0.22$ ,  $P = 0.63$ ) и одновременно возрастала ее положительная связь с температурными условиями вегетационного периода ( $r = 0.48$ ,  $P = 0.28$ ). В наиболее благоприятные по агрометеорологическим условиям годы, когда средняя летняя температура воздуха составляла 13-14°C, а количество атмосферных осадков было на уровне 200-260 мм, урожайность картофеля сорта Хибинский ранний на опытных участках Полярной опытной станции ВИРа достигала максимально высокого уровня - 4.4-4.6 кг/м<sup>2</sup>.

Более точный подбор оптимального сочетания количественных уровней рассматриваемых метеофакторов для формирования максимального урожая картофеля является неординарной задачей.

Для выявления зависимости результативного показателя от сопряженных вариаций двух рассматриваемых метеорологических факторов нами использовался модуль STATISTICA Automated

Neural Networks (автоматические нейронные сети), входящий в комплекс Data Mining Analyses (добыча данных). Искомая связь описывалась с помощью нейросетей в виде многослойных перцептронов и радиальных базисных функций. Качество аппроксимации нейронными сетями зависимости отклика от метеорологических величин оказалось достаточно высоким -  $r = 0.98-0.99$ . Всего было построено 10 нейронных сетей с разной архитектурой.

С помощью данных сетей был выполнен поиск наилучшего сочетания количественных уровней метеофакторов, необходимого для формирования максимального урожая картофеля. С этой целью использовался модуль Response Optimization for Data Mining Models (оптимизация отклика для моделей добычи данных), в который загружали XML-файлы нейронных сетей.

Процедуру многофакторной оптимизации выполняли с использованием симплекс-метода. Стартовые условия для начала работы алгоритма – значения средних уровней управляющих факторов (табл. 2). Тип использованной оптимизации – поиск максимального значения отклика (4.6 кг/м<sup>2</sup>).

На основе применения симплекс-метода установлено, что для формирования максимального урожая картофеля в центральной части Кольского полуострова наиболее благоприятным является такое соотношение значений метеорологических величин: температура воздуха - 11.8-12.1°C, количество атмосферных осадков - 166-182 мм.

Резюмируя изложенный материал, следует еще раз подчеркнуть, что формирование урожая картофеля в Мурманской области осуществляется в усло-

виях своеобразного сочетания метеорологических факторов – сравнительно низких температур воздуха в период вегетации растений и повышенного количества атмосферных осадков. Поэтому гидротермический коэффициент Селянинова на широте, например, г. Апатиты достигает 1.6-1.8 [1], что позволяет отнести этот регион к территориям с высоким естественным уровнем влагообеспеченности. На таком “анализирующем фоне” хорошо проявляется специфика реакции данной культуры на экстремальные метеоусловия. Для “северного” картофеля метеоро-

логической доминантой являются тепловые ресурсы региона.

Данная работа позволяет получить общее представление о погодно-климатических сложностях выращивания картофеля на Кольском Севере. С другой стороны, достаточно высокая урожайность рассматриваемой культуры за полярным кругом нацеливает на увеличение доли собственного картофеля в общем объеме потребления продуктов питания местным населением, что крайне важно для обеспечения продовольственной безопасности региона.

### Список литературы

1. Костюк В.И. Агроэкологические основы продуктивности картофеля на Кольском полуострове. - Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1994. - 142 с.
2. Полевой А.Н. Агрометеорологические условия и продуктивность картофеля в Нечерноземье. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 118 с.
3. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. - М.: ООО “Бином-Пресс”, 2008. - 512 с.
4. Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. - Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1961. - 200 с.

## ФАКТОРЫ ЛЕТАЛЬНОСТИ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ В ГОРОДЕ МОСКВЕ (2007-2013 ГОДАХ)

**Щепин В.О.,**

доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе,  
ФГБУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья» РАМН,  
anton04083@yandex.ru

**Масякин А.В.,**

Соискатель, ФГБУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья» РАМН,  
MasyakinAnton@yandex.ru

**Аннотация.** Изучены и статистически обработаны материалы архива психиатрических больниц г.Москвы за период с 2007 по 2013 г., касающиеся 296 умерших больных шизофренией. Описаны социо-демографические и клинико-терапевтические факторы летальности больных шизофренией. Полученные данные свидетельствовали о частом семейном и социальном неблагополучии скончавшихся больных шизофренией; к неблагоприятным клинико-терапевтическим факторам можно отнести кататоническую форму шизофрении и приступообразно-прогредиентный тип течения, длительность заболевания свыше 10 лет, стойкую утрату трудоспособности, экстренную госпитализацию в стационар, полипрагмазию.

**Ключевые слова:** психические расстройства, смертность, шизофрения, неблагоприятный прогноз.

## FACTORS OF MORTALITY OF PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA IN MOSCOW (2007-2013, RESPECTIVELY)

**V. O. Schepin, A. V. Masyakin**

National Research Institute of Public Health

**Abstract.** The author has studied the case histories of 296 deceased schizophrenic patients in the archives of the psychiatric hospitals of Moscow, during the period 2007-2013. He describes socio-demographic conditions and clinical and therapeutic factors of morbidity of schizophrenic patients. It was demonstrated that the family and social disadvantages, catatonic and shift-like schizophrenia, duration of a disease more than 10 years, permanent occupational disability, urgent hospitalization, polypragmasy can be pejorative forecast for schizophrenic patients.

**Keywords:** mental disorders, mortality, schizophrenia, pejorative forecast.

### Актуальность

**А**нализ данных отечественной и зарубежной литературы показывает, что смертность больных шизофренией в силу естественных причин выше, чем в общей популяции в 1,5-3 раза [Osby и соавт., 2000; Joukamaa и соавт., 2001; Laursen T.M., Nordentoft M., 2011; Saha S., 2007; Lawrence D., Kisely S., Pais J., 2010; Менделевич Б.Д., Куклина А.М., 2012]. У больных с хроническими психическими расстройствами могут отмечаться различные факторы риска, ухудшающие состояние здоровья и предрасполагающие к развитию соматических нарушений [Jeste D.V., 1996; Carney C.P. et al, 2006; Жукова О. А. и др., 2011]. Повышенная соматическая уязвимость может быть связана как с общепопуляционными факторами, так

и с длительной терапией антипсихотиками. К наиболее релевантным факторам риска больничной смертности Schoepf D. et al (2013) и Crump C. et al (2013) отнесли сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, сахарный диабет обоих типов и связанные с ним микро- и макрососудистые осложнения, ХОБЛ и их инфекционные респираторные осложнения, железодефицитную анемию, неспецифическую почечную недостаточность, ишемический инсульт и алкогольную болезнь печени, а также паркинсонизм.

Своевременное выявление и коррекция факторов риска необходимо для организации профилактических мероприятий, направленных на увеличение продолжительности жизни этих пациентов.



Целью настоящей работы являлось изучение комплекса социо-демографических и клинико-терапевтических факторов, сопряженных с летальностью больных шизофренией в г. Москве с 2007 по 2013 г., для выявления наиболее значимых и управляемых.

### Материалы и методы

В исследовании использовалась архивная медицинская документация больных, проходивших стационарное лечение в психиатрических больницах г. Москвы (Психиатрическая клиническая больница №1 им Н. А. Алексеева, Психиатрическая клиническая больница №15) с диагнозом шизофрения и умерших в стационаре в количестве 296 человек. Анализировались истории болезни и протоколы вскрытия.

### Результаты

Соотношение умерших мужчин и женщин в исследуемой выборке составило 1,7:1 (63,5% и 37,5% соответственно).

Средний возраст смерти больных шизофренией составил 61,3 года; самый ранний случай летальности наблюдался в 20 лет, самый поздний – в 87 лет. Наиболее высокие показатели летальности наблюдались в среднем и пожилом возрасте (с 45 до 74 лет), на этот период

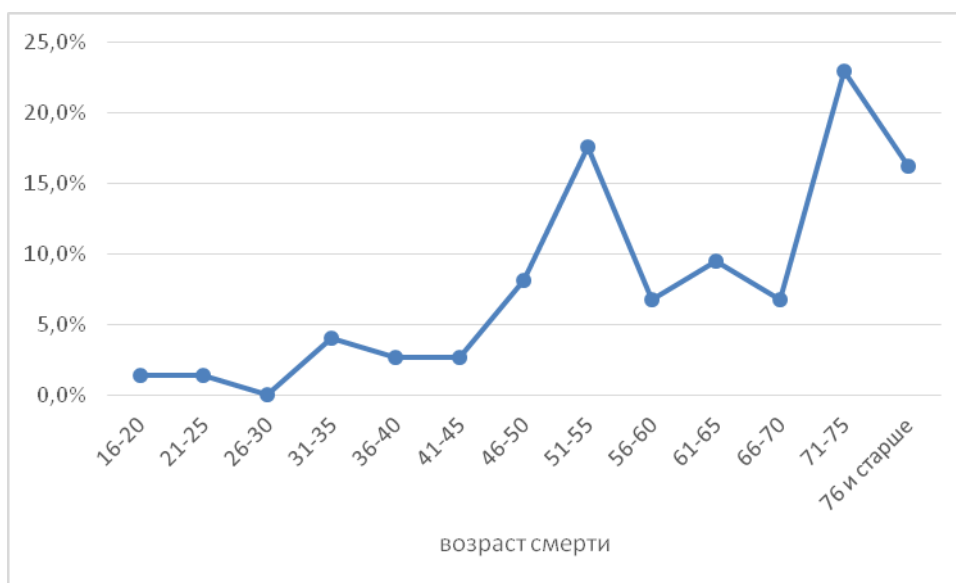
пришлось 70,3% умерших (диаграмма 1). Соотношение числа умерших до и после 45 лет составило примерно 7:1 (87,9% и 12,1% соответственно). Пики летальности приходились на возрастные периоды 51-55 лет и 71 год и старше, что может быть связано как с длительностью течения психического расстройства, так и с накоплением негативных факторов, способствующих развитию коморбидных соматических заболеваний.

Важным аспектом благополучия является микросоциальное окружение, микроклимат в семье, поддержка со стороны «значимых других». Согласно данным о семейном положении на момент последнего поступления в стационар, только 52 человека (17,6%) состояли в браке; 46,6% обследованных никогда не были замужем/женаты, 17,6% были разведены один или более раз. 20,3% обследованных являлись вдовцами (вдовами). В трети случаев (33,8%) больные проживали одиноко, с родителями, зачастую престарелыми. 39,2% пациентов проживали с супругом/супругой и/или детьми; в большинстве остальных случаев обследованные жили с близкими родственниками (24,3%).

Конфликтные либо формальные отношения в семье встречались в 52,7% случаев, имело место отвержение больного, недостаточная забота в связи с отстраненностью либо немощностью родственников (напри-

Диаграмма 1

### Возрастные особенности летальности больных шизофренией



мер, престарелых родителей). 20,3% больных не только проживали отдельно от родственников, но и не имели близких либо не поддерживали с ними отношения.

Из данных анамнеза были выявлены следующие особенности социальных контактов и ближайшего окружения скончавшихся больных шизофренией: большинство больных испытывали дефицит социальных контактов. 63,2% среди всех обследуемых имели круг общения, ограниченный только семейным окружением, либо вовсе замыкались в себе. Из них 33,5% пациентов были пассивны, вступали во взаимодействие либо по настойчивой инициативе родных, либо для удовлетворения своих жизненных потребностей. Широкий круг общения наблюдался всего у 2,7%.

19,3% выборки составляли одинокие больные с дефицитом социальной вовлеченности. Чаще всего причинами одиночества были смерть супруга или родных, развод и отделение взрослых детей от семьи, отказ родственников, друзей, соседей и коллег контактировать с больными из-за их бредового или психоподобного поведения.

Особенности течения психического заболевания наряду с коморбидной патологией и характер получаемой в течение жизни психиатрической помощи и реабилитации являются важными факторами смертности от душевных расстройств. При изучении анамнеза больных шизофренией, умерших в стационаре в интересовавший нас период времени, было выявлено, что у 77% пациентов отмечалась параноидная форма шизофрении (F20.0), в 13,5% случаев – кататоническая (F20.2). Высокая представленность кататонической формы среди умерших в стационаре пациентов, отмечающейся в среднем лишь у 1-3% больных шизофренией ( $p < 0,05$ ), может указывать на неблагоприятный прогноз таких пациентов в отношении летальности. Шизотипическое расстройство (F21) отмечалось в 5,4% случаев. Шизоаффективное расстройство (F25) – у 4,1% пациентов.

По типам течения заболевания (согласно классификации А.В.Снежневского, 1960, 1969) обследованная выборка распределилась следующим образом: непрерывный тип течения был характерен для 21,6% больных, приступообразно-прогредиентный (шубообразный) – для 75,7%, рекуррентный тип течения отмечался в 2,7% случаев. Соотношение вариантов течения в общей популяции больных шизофренией значительно отличается от вы-

шеприведенного: непрерывнотекущая составляет около 56,0%, приступообразно-прогредиентная – 24,9%, рекуррентная – 19,1% (Жариков Н. М., 1977).

В подавляющем большинстве случаев длительность психического расстройства составляла свыше 10 лет (77%), у 12,2% больных – 6-10 лет.

Более чем две трети пациентов (67,6%) имели группу инвалидности по психическому, а 18,9% – по соматическому заболеванию. Подавляющее большинство больных со стойкой утратой трудоспособности имело вторую группу инвалидности (64,9% и 17,9% случаев соответственно). В четверти случаев (25,7%) пациенты поступали в стационар, будучи уже недееспособны.

Только треть вошедших в исследуемую выборку больных шизофренией (32,4%) при жизни наблюдались у участкового психиатра. В большинстве случаев пациенты обращались по клиническим показаниям в связи с ухудшением психического состояния, необходимостью коррекции схемы терапии. Регулярную психотерапевтическую помощь не получал никто. Наиболее распространенным методом психиатрической помощи была госпитализация в специализированный стационар: 24,3% пациентов госпитализировались в среднем 1 раз в 3-4 года, 19,9% – 1 раз в 2-3 года, 29,4% – раз в год и чаще. Для 16,2% больных последняя госпитализация являлась повторной в текущем году.

В течение 3 мес. до последней госпитализации больные получали преимущественно нейролептическую антипсихотическую терапию, в большинстве случаев это были типичные нейролептики либо нейролептики в сочетании с другими психотропными средствами (антидепрессанты, нормотимики, ноотропы, транквилизаторы).

При поступлении в стационар пациентам с шизофренией в большинстве случаев назначались типичные нейролептики (61,2%), еще у 23,3% больных они комбинировались с атипичными антипсихотиками. 9,5% пациентов не получали нейролептики или другие психотропные препараты вовсе.

В 28% случаев в дополнение к антипсихотической терапии требовалось назначение транквилизаторов. Почти у трети пациентов (31,4%) была зарегистрирована полипрагмазия с назначением 3 и более антипсихотиков.

Для большинства пациентов (85,5%) последняя госпитализация была экстренной, преимущественно по скорой медицинской помощи (СМП) – 33,1% слу-

чаев. 22,3% больных были направлены из ПНД, 18,6% - доставлены родственниками. Самообращение наблюдалось только в 8,8% случаев, что может косвенно свидетельствовать о низкой критике к своему состоянию.

Плановые госпитализации осуществлялись преимущественно по направлению ПНД, РВК, кафедры (8,1%); 3,7% больных были переведены из соматического стационара.

В 63,9% случаев смерть наступила менее чем через месяц с момента поступления в стационар.

В табл. 1 представлены данные о сопутствующей хронической соматической патологии и причинах смерти больных шизофренией в стационаре.

К наиболее распространенным в исследуемой выборке коморбидным расстройствам относились болезни сердечно-сосудистой системы (79,7%), болезни системы пищеварения (31,1%) и мочеполовой системы (28,4%), эндокринная патология (сахарный диабет, ожирение – 24,3%). При этом гастроинтестинальные, урологические и эндокринные расстройства ни разу не выступали в качестве непосредственной причины смерти. Структура сопутствующей патологии системы кровообращения также отличалась от структуры причин летальности: так, артериальная гипертензия наблюдалась у 50,3% пациентов, однако не являлась причиной смерти. ХИБС отмечалась в 36,5% случаев, непосредственно приводя к смерти лишь у 14,2% больных. По-видимому, соматическая патология, не несущая непосредственной угрозы для жизни, тем не менее может создавать неблагоприятный соматический фон, истощая адаптационные системы организма. В отношении заболеваний дыхательной системы особое внимание стоит обратить на наличие хронических обструктивных болезней легких (ХОБЛ), к которым в настоящее время относят хронический обструктивный бронхит, вторичную эмфизему легких, пневмосклероз, легочную гипертензию, хроническое легочное сердце (А.Р. Татарский и др., 2004). ХОБЛ наблюдались у 16,6% больных в стационаре.

В 13,5% случаев соматический диагноз был установлен до развития психического заболевания, у 47,3% коморбидное соматическое расстройство развивалось уже после начала терапии шизофрении.

Наиболее распространенные соматические заболевания, приводящие к летальности больных шизоф-

рений, относятся к классам болезней системы кровообращения, органов дыхания и злокачественных новообразований.

## Обсуждение

Согласно полученным данным, с 45 лет наблюдался резкий рост внутрибольничной смертности больных шизофренией. Основные пики летальности приходились на возрастные периоды 51-55 лет и 71 год и старше. Наиболее типичной для исследуемой выборки скончавшихся в стационаре больных была параноидная форма шизофрении с длительным, приступообразно-прогредиентным типом течения, приводящая к стойкой утрате трудоспособности; кататоническая форма шизофрении наблюдалась значительно чаще, чем в общей популяции больных шизофренией.

Получены данные свидетельствовали о частом семейном неблагополучии пациентов, следствием чего могла являться их устойчивая социальная дезадаптация. Наблюдалась значительная доля не имеющих семьи и проживающих одиноко пациентов, что, в сочетании с ограничением социальных контактов, могло приводить к недостаточно внимательному отношению к возможным соматическим расстройствам больных, ограничивать обращаемость за медицинской помощью. Внутри семей были распространены недоброжелательные и дисфункциональные отношения, как правило, связанные с ситуацией хронического стресса у членов семьи, связанной с бременем проживания с больным родственником и ухода за ним, чувством вины по отношению к больному, тенденцией таких семей к социальной изоляции.

Больные получали преимущественно стационарную помощь, состояние большинства при последнем поступлении было тяжелым, требовавшим экстренной госпитализации; в 63,9% случаев смерть наступила менее чем через месяц с момента поступления в стационар. Основой фармакотерапии пациентов являлись типичные нейролептики, почти в трети случаев была распространена полипрагмазия с назначением трех и более антипсихотиков. Структура сопутствующей соматической патологии у умерших в стационаре больных шизофренией отличалась от структуры непосредственных причин летальности. В большинстве случаев соматическое расстройство

**Сопутствующая хроническая соматическая патология и причины смерти больных шизофренией в стационаре**

Характер патологии	Сопутствующая соматическая патология		Непосредственная причина смерти	
	Абс. знач.	%*	Абс. знач.	%
<b>Болезни органов дыхания</b>	<b>58</b>	<b>19,59%</b>	<b>40</b>	<b>13,51%</b>
Пневмония	-	-	36	12,16%
ХОБЛ	49	16,55%	4	1,35%
Туберкулез	12	4,05%	0	0%
Плеврит	14	4,73%	0	0%
<b>Болезни системы кровообращения</b>	<b>236</b>	<b>79,73%</b>	<b>221</b>	<b>74,66%</b>
ИМ	-	-	144	48,65%
ХИБС	108	36,49%	42	14,19%
ДКМП	12	4,05%	12	4,05%
АГ	149	50,34%	0	0%
ЦВБ	13	4,39%	0	0%
Сосудистая деменция	10	3,38%	1	0,34%
ОНМК	-	-	8	2,70%
ВСС	-	-	9	3,04%
ТЭЛА	-	-	6	2,03%
<b>Болезни системы пищеварения</b>	<b>92</b>	<b>31,08%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Болезни мочеполовой системы</b>	<b>84</b>	<b>28,38%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Злокачественные новообразования</b>	<b>36</b>	<b>12,16%</b>	<b>27</b>	<b>9,12%</b>
ЖКТ	11	3,72%	9	3,04%
легких	12	4,05%	11	3,72%
прочие	13	4,39%	7	2,36%
<b>Эндокринные заболевания</b>	<b>72</b>	<b>24,32%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
СД	36	12,16%	0	0%
ожирение	24	8,11%	0	0%
прочие	20	6,76%	0	0%
<b>ЖДА</b>	<b>16</b>	<b>5,41%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Прочие</b>	<b>20</b>	<b>6,76%</b>	<b>7</b>	<b>2,36%</b>

\* Сумма превышает 100%, так как у одного пациента могло наблюдаться несколько коморбидных соматических заболеваний

развивалось уже после начала антипсихотического лечения.

### Выводы

К неблагоприятным социо-демографическим и клиничко-терапевтическим факторам можно отнести дисфункциональные семейные отношения, ограничение социальных контактов, кататоническую форму шизофрении, длительность заболевания свыше 10 лет,

стойкую утрату трудоспособности, низкую обращаемость за амбулаторной психиатрической помощью, отсутствие психотерапевтической поддержки, экстренную госпитализацию в стационар, полипрагмацию. Наличие коморбидной соматической патологии, включая болезни сердечно-сосудистой, пищеварительной и мочеполовой системы, а также эндокринные расстройства, является фактором риска даже в случае отсутствия непосредственной угрозы для жизни.

### Список литературы

1. Жукова О. А., Кром И. Л., Барыльник Ю. Б. Современные подходы к оценке качества жизни больных шизофренией // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. №3. С.676-680.
2. Менделевич Б. Д., Куклина А. М. К вопросу о распространенности соматической патологии среди пациентов, страдающих психическими расстройствами // Казанский мед.ж.. 2012. №3. С.532-534.
3. Татарский А.Р., Бабак С. Л., Кирюхин А. В., Баскаков А. В. Хроническая обструктивная болезнь легких // CONSILIUM MEDICUM. — 2004. — Т. 6. — №4.
4. Carney C.P., Jones L, Woolson R.F. Medical comorbidity in women and men with schizophrenia: a population-based controlled study // Department of Internal Medicine: USA. — 2006. — Vol. 21. — P. 1133-1137.
5. Crump C, Winkleby MA, Sundquist K, Sundquist J. Comorbidities and mortality in persons with schizophrenia: a Swedish national cohort study // Am J Psychiatry. 2013 Mar 1;170(3):324-33.
6. Jeste D.V., Gladsjo J.A., Lindamer L.A., Lacro J.P. Medical comorbidity in schizophrenia // Schizophr. Bull. — 1996. — Vol. 22. — P. 413-430.
7. Joukamaa M, Heliovaara M, Knekt P, Vaara H, Aromaa A, Raitasalo R, et al. (2006) Schizophrenia, neuroleptic medication and mortality. Br J Psychiatry 188: 122–127.
8. Laursen T.M., Nordentoft M. Heart disease treatment and mortality in schizophrenia and bipolar disorder changes in the danish population between 1994 and 2006 // J. Psych. Res. — 2011. — V. 45. — P. 29—35.
9. Lawrence D., Kisely S., Pais J. The epidemiology of excess mortality in people with mental illness // Can. J. Psychiatry. — 2010. — V. 55, №12. — P. 752—759.
10. Osby U, Correia N, Brandt L. et al. Mortality and causes of death in schizophrenia in Stockholm county, Sweden // Psych. Res. — 2000. — Vol. 45. — P. 21-28.
11. Saha S., Chant D., McGrath J. A systematic review of mortality in schizophrenia: is the differential mortality gap worsening over time? // Arch. Gen. Psychiatry. 2007. Vol. 64. P. 1123-1131.
12. Schoepf D, Uppal H, Potluri R, Heun R. Physical comorbidity and its relevance on mortality in schizophrenia: a naturalistic 12-year follow-up in general hospital admissions // Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. 2013 Aug 13.

## Требования к оформлению рукописей статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе "Антиплагиат".

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно–практический журнал "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускается.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Список литературы составляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0–11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные – 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф–редактору научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" ( e–mail: [redaktor@nauteh-journal.ru](mailto:redaktor@nauteh-journal.ru) ).