



# ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

*Сборник статей по материалам  
XX международной научно-практической конференции*

№ 7 (19)  
Июль 2014 г.

Издается с декабря 2012 года

Новосибирск  
2014

УДК 50

ББК 20

Е 86

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

**Козьминых Владислав Олегович** — д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой химии естественнонаучного факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Редакционная коллегия:

**Гукалова Ирина Владимировна** — д-р геогр. наук, доц. ведущий научный сотрудник Института географии НАН Украины, доц. кафедры экономической и социальной географии Киевского национального университета им. Т. Шевченко;

**Данилов Виктор Павлович** — канд. с.-х. наук, зам. дир. по научной работе СибНИИ кормов СО Россельхозакадемии;

**Елисеев Дмитрий Викторович** — канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

**Зеленская Татьяна Евгеньевна** — канд. физ.-мат. доц. кафедры высшей математики Югорского государственного университета;

**Романова Алла Александровна** — канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной физики Санкт-Петербургского государственного экономического университета;

**Рымкевич Павел Павлович** — канд. физ.-мат. наук, доц., проф. кафедры физики Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, чл.-кор. Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, член Экспертного совета по энергоэффективности зданий и сооружений Санкт-Петербурга;

**Судеймен Ерлан Мэлсұлы** — д-р филос. наук, канд. хим. наук, директор института прикладной химии при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева;

**Харченко Виктория Евгеньевна** — канд. биол. наук, доц. Луганского национального аграрного университета;

**Яковичина Татьяна Федоровна** — канд. с.-хоз. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

**Е 86 Естественные и математические науки в современном мире / Сб. ст.**  
по материалам XX междунар. науч.-практ. конф. № 7 (19). Новосибирск:  
Изд. «СибАК», 2014. 106 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Естественные и математические науки в современном мире» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

ISSN 2309-3560

© НП «СибАК», 2014

## **Оглавление**

<b>Секция 1. Информационные технологии</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Системный анализ, управление и обработка информации</b>	<b>6</b>
СЦЕНАРНАЯ МОДЕЛЬ ЯДРА НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА В ЦЕЛОМ Сироткин Григорий Вячеславович	6
<b>1.2. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей</b>	<b>18</b>
КОМПЛЕКСНЫЕ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ВЕБ-УЗЛОВ Игнатов Юрий Юрьевич	18
<b>1.3. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ</b>	<b>27</b>
ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ БАЗЫ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ Сутула Надежда Андреевна Парамонов Павел Александрович	27
<b>1.4. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность</b>	<b>34</b>
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ СРАВНЕНИИ DLP-СИСТЕМ Зверев Илья Николаевич	34
<b>Секция 2. Физика</b>	<b>44</b>
<b>2.1. Теоретическая физика</b>	<b>44</b>
ЭФФЕКТ МАКСИМАЛЬНОГО НАГРЕВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ Ростомашвили Зураб Габриелович	44

<b>2.2. Физика конденсированного состояния</b>	<b>51</b>
ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ФТОРИДАХ Брюквина Любовь Ильинична	51
<b>Секция 3. Биология</b>	<b>59</b>
<b>3.1. Экология и природопользование</b>	<b>59</b>
ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ САММИТА АТЭС-2012 Касьян Валентина Вадимовна	59
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Каурова Злата Геннадьевна	64
ГОРОХ И ФАСОЛЬ — БИОИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ Лыгин Сергей Александрович Пурина Елена Сергеевна Лыгина Раиса Ивановна	70
<b>Секция 4. Химия</b>	<b>76</b>
<b>4.1. Аналитическая химия</b>	<b>76</b>
ЭКСТРАКЦИЯ «В ТОЧКЕ ПОМУТНЕНИЯ» И ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАСИТЕЛЯ E110 В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ Шестопалова Наталия Борисовна Чернова Римма Кузьминична Токарева Мария Евгеньевна	76

<b>4.2. Биоорганическая химия</b>	<b>82</b>
КОМПЛЕКСНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ SYNURUS DELTOIDES (AITON) NAKAI ИЗ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА Ибатаев Жаркын Абыкенович Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы Джалмаханбетова Роза Илемисовна Искакова Жанар Бактыбаевна Хұсайнова Гүлжазира Мұсақызы Ишмуратова Маргарита Юлаевна Горовой Петр Григорьевич Дудкин Роман Викторович	82
ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ARTEMISIA MESSERSCHMIDTIANA BESS Искакова Жанар Бактыбаевна Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы Ишмуратова Маргарита Юлаевна Дудкин Роман Васильевич Горовой Петр Григорьевич	93

## **СЕКЦИЯ 1.**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

#### **1.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ**

##### **СЦЕНАРНАЯ МОДЕЛЬ ЯДРА НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА В ЦЕЛОМ**

*Сироткин Григорий Вячеславович*

*аспирант*

*Астраханского государственного технического университета,*

*РФ, г. Астрахань*

*E-mail: [sgv.astr@yandex.ru](mailto:sgv.astr@yandex.ru)*

##### **THE SCENARIO MODEL CORE OF THE NEW SYSTEM OF QUALITY MANAGEMENT OF EDUCATION OF THE UNIVERSITY AS A WHOLE**

*Sirotkin Grigoriy*

*postgraduate of Astrakhan State Technical University,*

*Russia, Astrakhan*

##### **АННОТАЦИЯ**

В данной статье описана и представлена сценарная модель новой системы управления качеством образования вуза в целом.

##### **ABSTRACT**

This article describes and presents the scenario model of the new education quality management system of the University as a whole.

**Ключевые слова:** сценарная модель ядра; новая система управления; качество образования вуза.

**Keywords:** the scenario model of the nucleus; the new management system; the quality of education of the University.

Как известно, **моделирование** — это процесс выявления экономических, политических и социальных закономерностей предупреждения и предотвращения негативных тенденций, получения теоретических и практических знаний о проблеме и формулирования на этой основе практических выводов. Как правило, моделирование представляет собой циклический процесс, в котором знания об исследуемой проблеме расширяются и уточняются, а исходная модель постоянно совершенствуется.

Когнитивное моделирование основано на **сценарном методе**, который позволяет объединить как известные качественные, так и количественные подходы. Сценарий — это модель будущего, в которой описывается возможный ход событий с указанием вероятностей их реализации. В сценарии определяются основные факторы, которые должны быть приняты во внимание, и указываются, каким образом эти факторы могут повлиять на предполагаемые события.

Сценарий может моделироваться по трем основным направлениям:

1. Прогноз развития ситуации без всякого воздействия на процессы в ситуации (ситуация развивается сама по себе).
2. Прогноз развития ситуации с выбранным комплексом мероприятий (управлений) (прямая задача).
3. Синтез комплекса мероприятий для достижения необходимого изменения состояния ситуации. (обратная задача).

Этапы сценарного моделирования могут меняться в зависимости от объекта исследования и управления.

Основной задачей формирования сценариев является обеспечение устойчивого развитие новой системы управления.

Качественный анализ когнитивной модели (содержания составляющих ее блоков, целевых и управляющих факторов, анализ путей и циклов, причинно-следственных связей и их характера) не раскрывает всей глубины явлений и процессов, протекающих в реальной системе. Поэтому важным этапом исследования является моделирование динамики поведения системы во времени с помощью модели импульсного процесса, т. е. перехода системы из одного состояния в другое либо эволюционным путем, либо под воздействием управляющих или возмущающих воздействий. Каждый такой импульсный процесс является возможным сценарием развития системы. Этот способ изучения динамики процессов

проще, чем аналитическое исследование моделей поведения в виде систем дифференциальных уравнений, которые затруднительно строить для социальных, экономических, экологических и т. п. объектов. Кроме того, импульсное моделирование на когнитивных картах, являющихся «внешним» описанием систем, позволяет изучать тенденции динамических изменений для всей системы в целом.

Импульсное моделирование описано в работах [1, 2, 3]. Однако для исследования систем управления качеством образования вуза в целом оно не применялось. Поэтому является *актуальным* когнитивное моделирование систем управления качеством образования вуза в целом на основе сценарного подхода. Таким образом, *новизна* проводимой автором работы заключается в использовании сценарного подхода для решения новой, крайне актуальной и многогранной задачи повышения качества высшего образования вуза в целом.

Несомненна и *практическая значимость* настоящего исследования. Поскольку исследование при помощи сценарного моделирования, позволит определить все возможные варианты развития системы и выработать оптимальную стратегию управления системой для реализации желаемого сценария из возможных.

Для проведения импульсного моделирования в одной из вершин графа задается определенное изменение. Эта вершина актуализирует всю систему показателей, т. е. связанных с ней в большей или меньшей степени вершин. В общем случае если имеется несколько вершин  $V_j$ , смежных с  $V_i$ , то процесс распространения возмущения по графу при наличии внутренних импульсов  $P_j$  и отсутствии внешних возмущений определяется правилом  $X_i(n+1) = X_i(n) + \sum f(X_i, X_j, e_{ij})P_j(n)$  при известных начальных значениях  $X(n=0)$  во всех вершинах и начальном векторе возмущения  $P(0)$ . При наличии внешних возмущений  $Q_i$  импульсный процесс определяется правилом

$$X_i(n+1) = X_i(n) + \sum f(X_i, X_j, e_{ij})P_j(n) + Q_i(n+1).$$

Следует отметить, что единой методики импульсного моделирования в образовании на данный момент не разработано, поэтому оно проводится экспертом исходя особенностей исследуемого объекта.

Основной *целью первого этапа сценарного анализа* является определение наиболее значимых внешних факторов — «ключевых переменных», которые будут являться основой будущих сценариев.

Исследования показали [4], что построенная нами когнитивная модель новой системы управления состоит из 37 взаимосвязанных



между собой элементов (факторов), образующих блоки с центрами в факторах: 11,12,14,10 и 28, которые образуют основу (ядро) системы и будут центрами (целевыми факторами) будущих сценариев. Система состоит из семи блоков и множества (37) элементов. При понижении качества отдельных элементов блоков и даже отдельных блоков системы не всегда снижается качество знаний, т. к. на элементы возложены разные функции, а только может снизиться эффективность системы, что также обеспечивает её устойчивость.

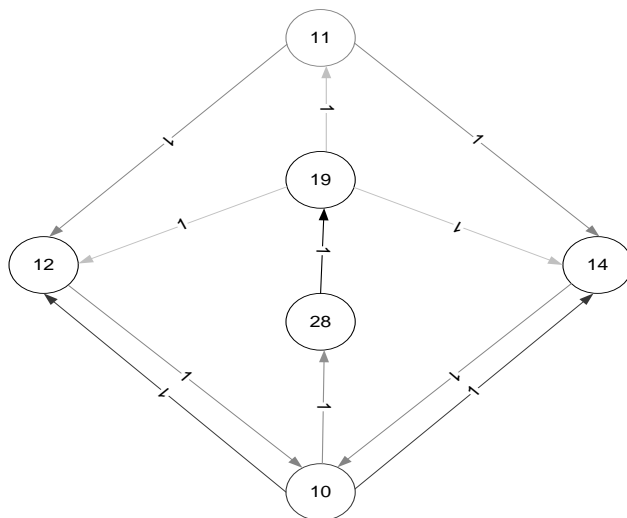
В основном блоке ключевым фактором будет являться образовательная программа (11) — начальный элемент системы, который является как целевым фактором, так и управляющим для целевого фактора обучающийся (10).

Для уточнения взаимосвязей и силы влияния между концептами когнитивной карты новой системы, построим сценарную модель ядра системы, поскольку меньшее количество элементов системы позволит более точно исследовать взаимосвязи между ними и устранить недостатки построенной нами ранее когнитивной модели системы.

При формировании нечеткой когнитивной карты была принята *гипотеза*, что вуз будет эффективным, если образовательная программа востребована на образовательном рынке, а образовательная деятельность обеспечивает качество знаний всем обучающимся, которые им позволят быть востребованными на рынке труда и всем трудоустроиться.

Система и её части — это единое целое. Проведенные ранее исследования показали, что образовательная программа реализуется через образовательный процесс и внеучебную деятельность. Значит сила влияния между факторами 11,12,13 и 10 будет максимальная, равна 1, т. к. целое разделяется на две части без изменения и передается обучающемуся в том же объеме. Сила влияния фактора 10 на факторы 12 и 14 также будет максимальная, равная 1, т. к. обучающийся является не только получателем знаний, но и участником образовательной деятельности вуза. Поэтому без добросовестного отношения к учебе и освоения образовательной программы в полном объеме, добиться полной востребованности его на рынке труда и трудоустройстве невозможно. Сила влияния фактор 10 на фактор 28 и фактора 28 на факторы 11,12 и 14 также максимальная, равная 1, т. к. количество обучающихся должно быть таким, чтобы их оплата за обучение обеспечила доход, позволяющий вузу вести нормальную образовательную деятельность в полном объеме. Распределение доходов между основными факторами 11,12 и 14 осуществляется с учетом затрат и приоритетов (19), чтобы обеспечить их сбалансированное финансирование и поступательное развитие системы в целом. Поэтому

сила влияния фактора 19 также определяется равной 1. В результате получена сценарная модель ядра новой системы управления, которая показана нами на рис. 1. Ядро системы сбалансировано. Значит структура управления в ней выстроена правильно. Она отличается от когнитивной модели новой системы управления и является более точной. Добавлены ребра 11—14, 19—14 и 19—11 с силой веса равной 1. Изменены веса ребер 19—12 с 0,2 до 1, 28—19 с 0 до 1.



**Рисунок 1. Сценарная модель ядра новой системы управления**

Если на текущий момент образовательная программа, образовательный процесс и внеучебная деятельность будут соответствовать современным требованиям и реализованы в полном объеме на высоком уровне, а обучающиеся добросовестно отнесутся к учебе и в полном объеме освоят образовательную программу, то они получат знания, которые обеспечат им конкурентоспособность на рынке труда и трудоустройство. Это обеспечить спрос (конкурс) на образовательные услуги вуза и требуемый набор (количество) обучающихся, а также доход, распределенный с учетом затрат и приоритетов, который обеспечит нормальную образовательную деятельность в полном объеме с учетом её развития. Отклонение от этих условий снижает высокое качество образовательных услуг, конкурентоспособность вуза на рынке образовательных услуг, востребованность обучающихся на рынке труда

и их трудоустройство. Таким образом, нами *определено требуемое (целевое)* состояние системы.

На *втором этапе исследования*, проведем импульсное моделирование на когнитивной карте новой системы управления, когда *ситуация развивается сама по себе*, т. е. составим прогноз развития ситуации без всякого воздействия на процессы в ситуации.

Анализ когнитивной карты новой системы управления показал, что все элементы системы оказывают друг на друга положительное влияние. При улучшении фактора-причины, улучшается фактор следствия и наоборот. Таким образом, если ситуация в системе развивается сама по себе без всякого воздействия на процессы, система будет работать устойчиво, поскольку влияние факторов в системе друг на друга положительное. Однако это будет продолжаться до тех пор, пока влияние факторов друг на друга станут ослабевать во времени в будущем, что может привести к дестабилизации системы, к ухудшению качества до его отсутствия и прекращению деятельности вуза. Тоже самое произойдет, если осуществлять мероприятия ухудшающие факторы, решая обратную задачу. Поэтому *устойчивость системы* обеспечит её развитие, т. е. постоянное комплексное улучшение факторов, что приведет к улучшению, как качества образования, так и деятельности вуза в целом.

Решения об изменении по каждому фактору могут приниматься в разные моменты времени в виду их множества. В связи с чем, может возникнуть угроза разбалансированности системы. Для недопущения этого, необходимо определить период, в течение которого должны быть пересмотрены все факторы, что стабилизирует систему. Таким периодом может быть полугодие, учебный год либо другие периоды определенные вузом.

Для детального анализа сценариев развития системы, перейдем к *третьему этапу исследования*, решению прямой задачи, т. е. составим прогноз развития ситуации с выбранным комплексом мероприятий (управлений).

Для более точного прогноза, с целью устранения возможных неточностей и ошибок, возможно допущенных при построении когнитивной модели новой системы управления, будем проводить исследования поэтапно по выделенным ранее блокам системы. Это позволит получить более точные результаты исследований и наглядно их представить, т. к. слишком большое количество элементов в системе затрудняет их исследование и анализ.

На начальном этапе исследований, предполагается, что в начальный момент ( $t=0$ ) система (все факторы) находится в требуемом (целевом)

состоянии, поскольку определить на данный момент иное предсказуемое начальное состояние системы невозможно.

Импульсное моделирование проведем по общему сценарию, воздействуя поэтапно на вершины графов системы в сторону ухудшения до их нулевого значения по блокам, и составим прогнозы поведения системы с учетом вносимых нами изменений.

Чтобы провести импульсное моделирование, необходимо определить шкалу оценки. Предлагается провести анализ в процентном исчислении влияний управляющих факторов на целевые 11 и 10. При этом, анализ по целевому фактору 11 проведем, как отдельно, как целевого фактора, так и в системе в целом в качестве управляющего фактора. Для этого, совокупность влияний всех управляющих факторов системы на целевой фактор 11 и 10 возьмем за 100 %. Долю процентного влияния каждого фактора определим с учетом силы их влияния друг на друга.

Проведем импульсное моделирование на сценарной модели ядра новой системы управления, показанной на рисунке 1.

Ключевой элемент образовательной деятельности вуза — это образовательная программа. Она реализуется через образовательный процесс и внеучебную деятельность обучающемуся для получения *знаний*, которые обеспечат ему конкурентоспособность и трудоустройство. Таким образом, совместное влияние факторов 12 и 14 на фактор 10 будет равен 100 %, а поскольку образовательный процесс больше влияет на знания обучающегося, то его влияние на знания обучающегося предлагается принять в 70 %, а внеучебной деятельности оставшиеся 30 %. Если данные значения принять за единицу, то снижение качества образовательного процесса на 1% снижает качество образования обучающегося на 0,7 %, а снижение качества внеучебной деятельности на 1 %, снижает качество образования обучающегося на 0,3 %. Имея критерии оценки влияния факторов 12 и 14 на фактор 10, проведем импульсное моделирование сценариев развития ситуации во времени. Результаты моделирования представлены в таблицах № 1,2,3. В них представлены возможные сценарии развития системы, порождаемые возмущениями, вносимыми в вершины когнитивной карты, дающие ответ на вопрос «А что будет, если...?». В таблицах по вертикали указан процент изменения качества в вершинах графа, по горизонтали годы обучения, на их пересечении процент снижения качества образования и отношения к обучению обучающегося.

**Сценарий № 1.** Доля снижения влияния фактора 12 на фактор 10 до 10 % с интервалом по 1 % и до 100 % с интервалом по 10 %

ежегодно в течении 6 лет — общего срока обучения в вузе. Результаты представлены в виде таблицы 1.

**Таблица 1.**

	1	2	3	4	5	6
1	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2
2	1,4	2,8	4,2	5,6	7	8,4
3	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6
4	2,8	5,6	8,4	11,2	14	16,8
5	3,5	7	10,5	14	17,5	21
6	4,2	8,4	12,6	16,8	21	25,2
7	4,9	9,8	14,7	19,6	24,5	29,4
8	5,6	11,2	17,8	23,4	29	34,6
9	6,3	12,6	18,9	25,2	31,5	37,8
10	7	14	21	28	35	42
20	14	28	32	46	50	64
30	21	42	63	91		
40	28	56	84			
50	35	70				
60	42					
70	49					
80	56					
90	63					
100	70					

**Сценарий № 2.** Доля снижения влияния фактора 14 на фактор 10 до 10 % с интервалом по 1 % и до 100 % с интервалом по 10 % ежегодно в течение 6 лет — общего срока обучения в вузе. Результаты представлены в виде таблицы 2.

**Таблица 2.**

	1	2	3	4	5	6
1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
2	0,6	1,2	1,8	2,6	3,2	3,8
3	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4
4	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2
5	1,5	3	4,5	6	7,5	9
6	1,8	3,6	5,4	7,2	9	10,8
7	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6
8	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14,4
9	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2
10	3	6	9	12	15	18
20	6	12	18	24	30	
30	9	18	27	33		
40	12	24	36			
50	15	30				
60	18					
70	21					
80	24					
90	27					
100	30					

**Сценарий № 3.** Доля снижения влияния факторов 12 и 14 на фактор 10 до 10 % с интервалом по 1 % и до 100 % с интервалом по 10 % ежегодно в течении 6 лет — срока обучения в вузе. Результаты представлены в виде сводной таблицы № 3

**Таблицы 3.**

	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	4	6	8	10	12
3	3	6	9	12	15	18
4	4	8	12	16	20	24
5	5	10	15	20	25	30
6	6	12	18	24	30	36
7	7	14	21	28	35	42
8	8	16	24	32	40	48
9	9	18	27	36	45	54
10	10	20	30	40	50	60

20	20	40	60	80	100
30	30	60	90	120	
40	40	80	120		
50	50	100			
60	60	120			
70	70	140			
80	80	160			
90	90	180			
100	100				

Из сводной таблицы № 3 видно, что при снижении ежегодно уровня качества образования на 20 % за пять лет качество образования будет равно 0 %. Таким образом, уровень снижения качества образования равный 20 % при пятилетнем и шестилетнем сроке обучения является критическим и выход за его пределы не допустим, поскольку такая образовательная деятельность не дает знаний.

При четырехлетнем сроке обучения уровень качества образования снизится на 80 %, а при двухлетнем обучении на 40 %.

Изменение соотношения долей блоков образовательный процесс и внеучебная деятельность в ту либо другую сторону не влияет на объем знаний и качество образования, т. к. блоки составляют единое целое — образовательную программу.

Как видно из сценарной модели ядра системы — система имеет несколько направлений обеспечения качества образования.

**Первое направление** — обеспечение качества через качество образовательной программы, образовательного процесса и внеучебной деятельности.

**Второе направление** — обеспечение качества через качество обучающегося, через его способность принять передаваемые ему вузом знания. Если обучающий обладает начальными знаниями, которые обеспечат ему освоение образовательной программы вуза, то знания, передаваемые ему вузом, он получит в полном объеме, а если нет, то объем знаний он получит не в полном объеме в виду неспособности их освоить. Таким образом, способность обучающегося принять знания зависит от его начальных знаний. Значит необходимо определить индикаторы начальных знаний, которыми должен обладать кандидат ( абитуриент), чтобы быть зачисленным в вуз.

Обучающиеся имеют разные знания, способность к освоению материала и мотивацию на обучение. Значит для определения уровня знаний (качества образования) обучающегося также нужны индикаторы.

На сегодня в вузах России применяется балльная система оценки знаний обучающихся. Оценка 5 (отлично) — подтверждает требуемый (целевой) уровень знаний. Оценка 4 (хорошо) — подтверждает средний уровень знаний. Оценка 3 (удовлетворительно) — нижний уровень знаний. Оценка 2 (неудовлетворительно) — недопустимый уровень знаний, при наличии которой обучающийся отчисляется из вуза за неуспеваемость. Таким образом, индикатором недопустимого уровня знаний является наличие неудовлетворительной оценки.

Чтобы принять знания, обучающийся должен посещать занятия. Значит необходим контроль за посещаемостью.

Получение знаний зависит от отношения обучающегося к обучению. Оно может быть активное либо пассивное, добросовестное либо недобросовестное. В первом случае необходимы меры поощрения за активное и добросовестное отношение к обучению. На сегодня в вузах применяются следующие меры поощрения: выплата стипендий; награждения грамотами, дипломами; частичное трудоустройство в вузе; рекомендация в аспирантуру; направление за границу по программе обмена студентами между вузами и другие. Во втором случае меры наказания: лишение стипендии, отчисление за неуспеваемость и другие.

Чтобы достичь поставленной цели, обучающийся должен реализовать полученные знания путем трудоустройства. Значит трудоустройство является конечной целью образовательной деятельности вуза и обучения обучающегося. А поскольку обучающиеся имеют разные уровни знаний, значить и результат будет иметь разные уровни. Таким образом, необходимы индикаторы оценки результата деятельности — качества образования вуза.

**Третье направление** — обеспечение финансово-экономической деятельности вуза. Основные доходы вуз получает от образовательной деятельности. Значит доходы вуза зависят от количества обучающихся. Если вуз обеспечит набор обучающихся, то полученный доход позволит ему вести нормальную образовательную деятельность, обеспечивающую требуемое качество образования. Если нет, то по мере уменьшения финансирования, будет уменьшаться и качество образования. Таким образом, необходимы индикаторы количества набора обучающихся и дохода.

В период обучения возможны отчисления обучающихся в виду получения неудовлетворительных оценок. Значит при определении набора необходимо учитывать естественную убыль.

Доход зависит от цены на услуги. Если образовательная программа востребована и на неё имеется спрос, то образуется конкурс. Наличие конкурса дает вузу возможность выбрать кандидатов (абитуриентов)



имеющих высокие начальные знания, т. е. создать условия для обеспечения высокого качества образования обучающихся и вуза. Также, чем выше конкурс, тем выше цена и наоборот. При этом, чем выше цена, тем меньше спрос и наоборот. Отсюда, цена должна быть такой, чтобы обеспечить набор и рентабельность специальности. Если вузу недостаточно основных доходов, ему необходимы дополнительные доходы от иной деятельности, чтобы обеспечить нормальную образовательную деятельность.

**Четвертое направление** — обеспечение качества образования через приоритеты деятельности их финансирования. Анализ когнитивной карты показал, что самое большое количество входящих и исходящих связей имеют фактор 14 (внеучебная деятельность), 12 (образовательный процесс), 22 (международная деятельность), 11 (образовательная программа), 28 (финансово-экономическая деятельность), 23 (научная деятельность), 10 (обучающийся), 15 (производственная и преддипломная практика), 24 (инновационная деятельность), 27 (партнерская деятельность). При этом между собой они имеют как входящие, так и исходящие взаимосвязи, а именно: 12—23, 12—22, 22—23, 7—22, 8—22, 10—12, 10—14, 15—14, 15—24, 15—27. Перечисленные факторы более активны в системе, а значит требуют большего к ним внимания. Они определяют приоритеты финансирования деятельности вуза. Не вошедшие в перечень факторы не менее важные, поскольку только в своей совокупности они могут обеспечить поставленную цель. Приоритеты финансирования могут меняться в зависимости от состояния факторов на определенные вузов периоды.

Дальнейшее исследование системы управления качеством образования вуза в целом будет представлено в следующих работах.

### **Список литературы:**

1. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. -Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2006. — 332 с.
2. Касти Дж. Большие системы: связность, сложность и катастрофы. М.: Мир, 1982. — 216 с.
3. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М. Наука, 1986.
4. Сироткин Г.В. Когнитивная модель новой системы управления качеством образования вуза в целом // Г.В. Сироткин // «Технические науки — от теории к практике»: сборник статей по материалам XXIX международной научно-практической конференции (25 декабря 2013 г.). — 2013. — № 29. — С. 53—68.

## 1.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

### КОМПЛЕКСНЫЕ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ВЕБ-УЗЛОВ

*Игнатов Юрий Юрьевич*

*канд. соц. наук, доцент ССЭИ РЭУ им. Г.В. Плеханова,  
РФ, г. Саратов*

*E-mail: [ignatov\\_yy@mail.ru](mailto:ignatov_yy@mail.ru)*

### COMPLEX MONITORS OF WEBSITES

*Ignatov Yuriy*

*candidate of sociological sciences,  
associate professor of the Saratov Social and Economic Institute  
of the Russian Economic University of a name of G.V. Plekhanov,  
Russia, Saratov*

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается решение актуальных проблем обеспечения бесперебойной работы веб-узлов, постоянной доступности сайтов и веб-сервисов. Акцент делается на работу веб-сервера компании Microsoft — Internet Information Services (IIS) и веб-приложений .Net. Автор определяет суть комплексного мониторинга веб-узлов и конкретно показывает функциональность и работу программного инструмента, при помощи которого можно реализовывать полномасштабный мониторинг веб-решений для исключения простоев.

#### ABSTRACT

In article the solution of actual problems of support of smooth operation of websites, constant accessibility of sites and web services is considered. The emphasis is placed on operation of a Web server of the Microsoft company — Internet Information Services (IIS) and the web applications .Net. The author defines an essence of complex monitoring of websites and specifically shows functionality and operation of the software tool by means of which it is possible to implement full-scale monitoring of web solutions for an exception of idle times.

**Ключевые слова:** IIS; веб-узел; сайт; Microsoft Operations Manager; сервер; агент; консоль; ASP.Net; DotNetNuke; программный код.

**Keywords:** IIS; website; site; Microsoft Operations Manager; server; agent; console; ASP.Net; DotNetNuke; program code.

На современном этапе развития информационных технологий становится уже стандартом ситуация когда многим компаниям необходимо присутствие в глобальной сети Интернет. Данное присутствие в большинстве случаев выражается в создании, поддержке веб-решений по необходимым направлениям, к которым относятся информационные сайты, порталы, социальные сети, интернет-магазины, новостные системы, блоги, форумы, многообразные сервисы. Для компаний, бизнес которых построен в сфере Интернета продуманные, стабильные и развивающиеся веб-решения являются гарантией делового успеха. Цифры в только подтверждают приведенные высказывания. В апреле 2014 г. в глобальной сети зарегистрировано более 958 млн. сайтов, причем рост по отношению к марту составил 39 млн. Ведущими платформами для веб-решений в глобальной сети являются Apache и Microsoft IIS, причем в апреле 2014 г. на них приходилось 38 % и 33 % соответственно всех работающих в глобальной паутине сайтов.

Наряду с этим, необходимо отметить факт того, что если время загрузки веб-страницы интернет-магазина увеличивается на 1 секунду, это может привести к 7 %-му падению конверсии. Трудно сказать, что та или иная компания может спокойно позволить себе падение прибыли на 7 %. Если сказать о недоступности сайтов крупных интернет-магазинов, то например, при простое в течении часа Ozon.ru возможные финансовые потери могут составить 1,3 млн. руб.

Данный краткий статистический обзор указывает на актуальность решений для мониторинга состояния работы веб-узлов. Причем гетерогенная среда платформы для обеспечения работы веб-решений предполагает такой инструмент мониторинга, который мог бы контролировать и работу Apache, и работу IIS из одной коробки. Поскольку на работоспособность сайта, его скорость влияет не только аппаратные характеристики сервера, сетевого оборудования, но и широкий спектр программного обеспечения, начиная от операционной системы и заканчивая конкретным пространством имен и классами в программном коде веб-сайта, актуален именно комплексный мониторинг веб-узлов. В рамках данной статьи сузим рассмотрение мониторинга до уровня компонентов веб-сервера Microsoft IIS 7—8 и классов программного кода запущенного на данном сервере веб-приложения на платформе ASP.Net.

Определимся с объектами мониторинга на веб-сервере. На уровне веб-сервера объекты мониторинга необходимо разделить на группы: роли сервера, службы, веб-приложения, пулы приложений, различные дополнительные модули, например, авторизации. К данным группам необходимо применять такие критерии мониторинга, как доступность, конфигурация (настройки), производительность, безопасность. Перечисленные группы критериев также применяются к пулам и сайтам на веб-сервере.

Для полноценного выявления причин замедления загрузки страниц недостаточно контролировать работу компонентов веб-сервера. Необходим детальный мониторинг работы запущенного на сервере веб-приложения. Он должен включать в себя наглядное отображение цепи событий, связанной с медленным запросом или работой того или иного метода класса, функции в программно коде сайта.

В целом, средства комплексного мониторинга должны представлять собой гибкие и расширяемые программно-серверные системы, потенциально способные отслеживать работоспособность любого компонента в гетерогенной ИТ инфраструктуре с удобными консольными средствами консолидированного контроля, системой оповещений, автоматизацией исправлений отказов, подсистемой отчетности и средствами интеграции с другими системами. Применительно к веб-среде, комплексное средство мониторинга должна уметь гибко работать с серверами IIS и Apache, веб-приложениями на платформах .NET и JAVA.

Для реализации изложенных требований подходит разрабатываемый программный комплекс корпорации Microsoft — Operations Manager. Первая промышленная версия продукта появилась в 2000 г. и носило название Microsoft Operations Manager 2000. Последняя версия продукта на текущий момент — System Center 2012 R2 — Operations Manager [3].

Главные инфраструктурные компоненты Operations Manager — сервер управления, агенты, операционная база данных и хранилище. Модель и компоненты мониторинга задаются в пакетах управления, разрабатываемые для того или иного оборудования, программного обеспечения различными компаниями. Перечисленные компоненты и оборудование, включенное в мониторинг, называются группой управления. Сервер управления является ключевым в системе мониторинга, решает задачи администрирования конфигурации группы управления и агентов, взаимодействует с базами данных.

Пакеты управления подчиняются правилу иерархичности, т. е. для работоспособности пакета управления IIS 8 необходимы уже импортированные на сервер управления пакеты для мониторинга

ОС Windows Server 2012. Пакет управления для IIS 8 содержит следующие контрольные сценарии: контроль общей работоспособности сервера и состояния служб Web management, FTP, SMTP, WAS; монитор запуска и доступности веб-сайта, пула приложений, ftp сайта, виртуального сервера SMTP; обнаружение предупреждений об ошибках конфигурации, зарегистрированных компонентами IIS 8; отслеживание перезапуска пула приложений для выявления пулов, выполняющие код, который может генерировать утечки памяти или другие проблемы использования памяти с последующим изменением состояния работоспособности пула.

Пакет управления IIS задает правила сбора данных из журналов (логов) работы, включенных на стороне веб-сервера. Если журналирование не активировано, агент будет передавать только данные о состоянии запущенных служб. Журналы IIS должны быть установлены в формате расширенного файла журнала W3C для каждого сайта и виртуального сервера SMTP и NNTP.

После импортирования пакета IIS на сервер управления в области мониторинга консоли управления, имеющая интерфейс по структуре и подобию проводника Windows, появляется папка “Microsoft Windows Internet Information Services” с представлениями, или приборной панелью (dashboards). Такие папки появляются после импортирования любого целевого пакета управления. Панели следующие: активные предупреждения (Active Alerts), все данные о производительности IIS, состояние пулов приложений, состояние FTP сайтов, состояние серверов с ролью IIS, состояние ролей IIS, выполненные задачи, состояние веб-сайтов. Также присутствуют две вложенные папки — мониторинг работоспособности и производительность. После того как агент будет развернут на веб-серверах, на обнаружение всех компонентов IIS и оценку их работоспособности может потребоваться около 4 часов.

Состояние серверов, ролей, сайтов и пулов приложений IIS система выражает в виде пиктограмм различного цвета и состояния (рис. 1). Состояние бывает четырех видов: полностью здоров (работоспособен), внимание, критическое состояние и нет связи.

State	Name	Path	Application Pool...	Rapid Fail Prot...	Periodic Restar...	Idle Ti...
Healthy	OperationsManager	scom-01.	True	true	0	20
Healthy	DefaultAppPool	scom-01.	True	true	0	20
Healthy	.NET v2.0 Classic	scom-01.	True	true	0	20

**Рисунок 1. Часть окна консоли Operations Manager с отображением состояния пулов приложений**

По состояниям кроме «работоспособен» система генерирует «алерты», т. е. тревожные предупреждения, которые появляются в разделе «Активные алерты» (Active Alerts). В предупреждении описывается источник, время, возникшая проблема и инструкции по её устранению. В пакете управления включено более 100 правил, по которым, в случае превышения пороговых значений в работе компонентов IIS, Operation Manager генерирует предупреждения. Числовые параметры пороговых значений в пакете управления могут меняться администраторами системы на те, которые подходят к сложившимся условиям работы инфраструктуры. Замена происходит путем переопределения параметров и сохранения их в специально созданном для этого пакете управления. При таком подходе можно всегда вернуться к эталонным значениям, формируемые с учетом лучших практик при работе с веб-серверами. Например, в правиле «HTTP сервер не смог произвести инициализацию из-за нехватки допустимой памяти», относящееся к типу предупреждений, можно переопределить следующие значения: активировать (да/нет); приоритет; строгость предупреждений.

Важной особенностью является настройка правил работы агента Operations Manager при контроле веб-сервера на котором работает 400 и более сайтов, пулов приложений. По умолчанию агент может использовать только 100 мб памяти, что для контроля такого количества сайтов не достаточно. Необходимо переопределить параметр «Порог допустимой памяти для сервиса работоспособности» (Health Service Private Bytes Threshold) до значения 200 мб, иначе агент будет периодически перезапускаться, что не позволит производить качественный мониторинг.

Система имеет функциональные возможности передавать данные предупреждения по различным каналам связи - электронная почта, мгновенные сообщения, SMS. Также есть возможность настроить выполнение определенных команд, например перезапуск служб IIS и передавать сообщения в другие системы через коннекторы, например в программу Service Manager, предназначенную для службы поддержки по работе с инцидентами.

Тем не менее, для однозначного выявления причин в замедлении производительной работы сайта, всестороннего и глубокого мониторинга одного IIS недостаточно. Необходимо видеть, как отрабатывает запросы программный код веб-приложения [1]. Для этих целей в Operations Manager 2012 R2 разработан специальный шаблон для мониторинга производительности .Net приложений, работающие под управлением IIS. Данный шаблон импортируется в систему в пакете управления

"Microsoft.SystemCenter.Apm.Web.IIS7" и требует уже настроенного мониторинга IIS.

Перед началом настройки шаблона необходимо создать группу для включения веб-серверов с работающими целевыми веб-сайтами, например, на основе CMS DotNetNuke [2]. Также нужно создать пользовательский пакет управления, название которого указывает на контролируемое приложение. Созданные объекты затем добавляются в конфигурацию монитора приложений.

Монитор приложений имеет сложную структуру настроек, несколько сценариев работы и возможность добавление транзакций для разных типов объектов — веб-страница, веб-сервис, MVC-страница, WCF метод, функция. Транзакции используются для контроля отдельной страницы более конкретно, чем родительское приложение, по другим параметрах пороговых значений или в той ситуации, когда для родительского приложения отключены предупреждения. Компонент приложения продолжает контролировать страницу, определенную в транзакции при помощи порога производительности, который установлен для компонента приложения. Этот порог используется в качестве второго значения на той же странице в компоненте приложения. Если этот порог установлен выше, чем порог компонента приложения, то генерируется единственное событие, но можно получить два предупреждения производительности для транзакции, когда порог нарушен — один от компонента приложения и один от транзакции, в зависимости от параметров настройки предупреждения.

Часть данных, собираемые монитором производительности приложений отображаются в подкаталоге .Net Monitoring каталога «Мониторинг приложений» в главной консоли управления Operations Manager 2012 R2. Здесь концентрируется информация именно о состоянии приложений и данные счетчиков. Каталоги создаются для каждого настроенного шаблона APM, в который вложена панель для отображения состояния всех приложений в шаблоне, плюс подпапки для каждого контролируемого приложения или веб-сайта. Состояние компонентов представляется аналогично контролю веб- сервера — пиктограммами различного цвета. Для каждого приложения в панели состояния отображается работоспособность ASP.Net компонентов, веб-сервисов, WCF веб-служб, Windows служб, компонентов мониторинга по сценарию на стороне клиента.

В шаблоне реализовано несколько мониторов отслеживания состояний по следующим правилам: % событий исключений из правил (ошибок) в секунду; % событий производительности в секунду, превышающий заданное пороговое значение; среднее время запроса

к веб-сайту, превышающее установленное пороговое значение. Для каждого счетчика указывается интервал сбора данных, по умолчанию установленный через каждые 5 минут.

В шаблоне настраивается ряд параметров сбора данных. Для событий исключений есть варианты выбора — собирать только предупреждения, связанные с безопасностью в работе приложения, предупреждения при подключениях к сайту, предупреждения при возникновении ошибок в работе веб-приложения, либо только критические события или все сразу. Опция "Отслеживание исключений" позволяет добавить пространство имен программного кода или классы, где необходимо собрать дополнительную информацию о возникающих событиях исключений, превышающий пороговый показатель относительно других классов. В опции «Критические исключения» есть возможность добавить элементы к списку обработчиков исключений, которые отлавливают критические события в приложении.

Для монитора событий производительности указывается дополнительные параметры — «Порог события производительности (ms)», при превышении которого происходит регистрация в базе классов, отработка которых на веб-сервере превысила указанный порог. Т. е. это указывает на то, что события производительности генерируются для методов, выполнение которых превысило указанный порог. Параметр «Порог чувствительности (ms)», указывает время отработки, меньше которого не производится захват методов для анализа времени выполнения по первому параметру. Это фильтр для быстрых методов, уменьшающий стек анализа, соответственно снижающий нагрузку на базу данных Operations Manager. По умолчанию события производительности обрабатываются для всех пространств имен и методов веб-приложений, включенные в шаблон, но также можно настроить фильтр на анализ конкретного пространства имен или метода, также указав его как точку входа.

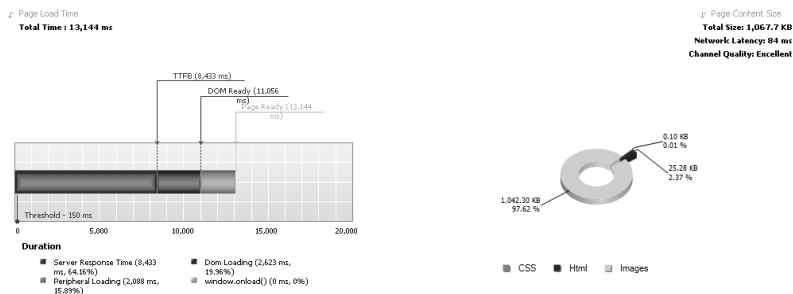
В сценарии «Мониторинг на стороне клиента» присутствует ряд дополнительных параметров контроля. Во-первых, по умолчанию производится мониторинг работы браузера только на локальном сервере. Шаблон предоставляет возможность добавлять конкретные IP адреса клиентов или диапазоны адресов для контроля или для исключения из мониторинга. Фильтр сориентирован на метод исключения, т. е. если необходимо добавить адреса клиента для мониторинга, то прописывается IP адрес, маска подсети и устанавливается запрещающий тип «Не в этой подсети». Таким образом, система исключает из мониторинга все адреса, кроме указанного в форме.



Во-вторых, в области конфигураций, относящейся к сбору данных о производительности, устанавливается временной порог уже для загрузки только веб-страниц. На стороне сервера, как мы сказали, это были методы, классы, пространства имён. Отдельно выделяется сбор данных о времени инициализации страницы Ajax и Windows Communication Foundation (WCF) компонентов, регулируемый параметром порога в миллисекундах. Причем объем входящих запросов, попадающих под контроль можно указывать в диапазоне от 0 % до 100 % (значит все запросы), тем самым регулируя выборку мониторинга.

В-третьих, можно настраивать сбор данных о содержании контента, переданного клиенту, видеть объем графических объектов, скриптов, каскадных таблиц стилей, глобальных переменных, стек исключений. На рисунке показана часть отчета в консоли “Application Diagnostic” о работе CMS DotNetNuke, где видна структура контента по объему и в процентном соотношении, время загрузки (рис. 2). Также реализованы отчеты по событию производительности, где отображен стек выполнения страницы на стороне сервера со временем отработки каждого метода класса.

Система Operations Manager 2012 R2, как комплексное средство мониторинга, имеет обширный функционал по контролю и анализу работы веб-узлов, включая веб-приложения. В рамках статьи мы рассмотрели часть возможностей для IIS 7-8, ASP.Net сайтов, но система также позволяет контролировать и веб-сервера приложений TomCat, JBoss, WebLogic, WebSphere и код JAVA на pix платформе.



**Рисунок 2. Часть отчета Operations Manager в консоли “Application Diagnostic”**

С поставленными требованиями для выявления узких мест в загрузке сайтов ASP.Net, оперативного предупреждения сбоев

система справляется в полной мере, предоставляет богатый аналитический инструментарий для системных администраторов и программистов. Архитектура данного комплексного средства мониторинга является расширяемой, позволяет создавать собственные пакеты управления для отслеживания нюансов работы веб-узлов, отсутствующие в стандартных пакетах.

### **Список литературы:**

1. Гусятников В.Н., Безруков А.И. Стандартизация и разработка программных систем. М.: Финансы и статистика, 2010. — 288 с.
2. Игнатов Ю.Ю. Анализ asp.net систем управления контентом в веб-представительствах компаний // Междисциплинарные исследования в области компьютерного моделирования и информатики: материалы 3-й научно-практической конференции. (Тольятти, 20—21 фев. 2014 г.). Ульяновск, 2014. — С. 400—405.
3. Chris Amaris, Rand Morimoto, Pete Handley, David E. Ross. Microsoft System Center 2012 Unleashed. Person Education, Inc, 2012. — 1011 с.

### **1.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

#### **ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ БАЗЫ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ**

***Сутула Надежда Андреевна***

*канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего профессионально образования  
«Национальный исследовательский университет "МЭИ"»,*

*РФ, г. Москва*

*E-mail: [sagebrush@yandex.ru](mailto:sagebrush@yandex.ru)*

***Парамонов Павел Александрович***

*инженер, Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего профессионально образования  
«Национальный исследовательский университет "МЭИ"»,*

*РФ, г. Москва*

*E-mail: [pa.pawka@gmail.com](mailto:pa.pawka@gmail.com)*

#### **SPEECH CORPUS DEVELOPMENT FOR VOICE CONTROL SYSTEM**

***Nadezda Sutula***

*candidate of Science, National Research University  
"Moscow Power Engineering Institute",  
Russia, Moscow*

***Pavel Paramonov***

*engineer, National Research University  
"Moscow Power Engineering Institute",  
Russia, Moscow*

#### **АННОТАЦИЯ**

При разработке системы автоматического распознавания речи (САРР) необходимо подготовить исходные данные для организации ее всеобъемлющего тестирования. Эти исходные данные представляют собой речевую базу, включающую в себя достаточное количество

обучающих и тестовых примеров. В работе сформирована речевая база русских слов, которая может быть использована для обучения и тестирования системы автоматического распознавания речи.

#### **ABSTRACT**

When designing a system of automatic speech recognition, it is necessary to prepare input data for the organization of its comprehensive testing. These raw data is speech corpus that includes a sufficient number of training and testing examples. In this work the speech corpus of Russian words is developed, which can be used for training and testing of the automatic speech recognition system.

**Ключевые слова:** системы автоматического распознавания речи; речевая база.

**Keywords:** automatic speech recognition systems; speech corpus.

При разработке систем распознавания очень важную роль играет экспериментальный материал, на котором проверяются и исследуются предложенные идеи. В области распознавания речи этот материал называется речевым корпусом (speech corpus) или речевой базой. Примерами таких корпусов для английского языка являются базы TIMIT и ATIS [1, 2]. Среди русских баз стоит отметить БОКР.

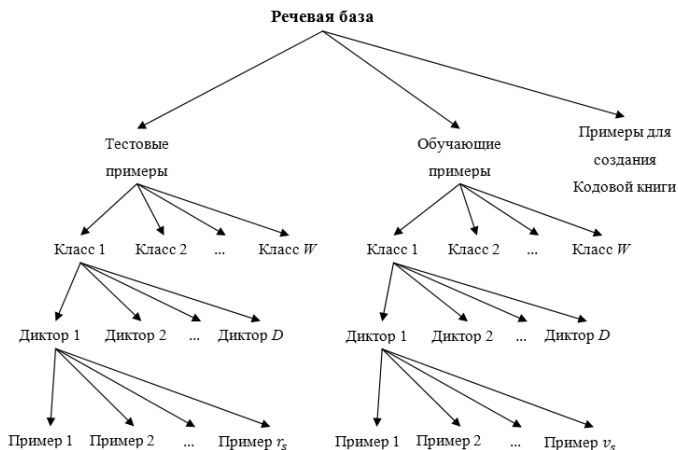
К сожалению, не существует универсальных речевых баз, которые подошли бы для любой задачи в области распознавания речи или фонетических исследований. Структура и состав речевого корпуса определяются задачами, которые ставятся перед системой распознавания, использующей этот корпус. Примером диаметрально противоположных по назначению САРР могут служить системы с автоматической верификацией диктора и дикторонезависимые системы распознавания. Первые предполагают жесткую привязку к акустическим параметрам речи конкретных дикторов, поэтому речевой корпус для такой системы обычно содержит многократное произнесение фраз небольшим количеством целевых дикторов (не более 100). Для систем второго типа лучше подходят корпуса, содержащие однократное произнесение фраз и текстов большим количеством дикторов [1, 2].

Как указано в [1], при создании речевого корпуса необходимо решить четыре группы вопросов: технические, содержательные, структурные и инструментальные (исполнительские). Технические вопросы связаны с выбором программно-аппаратных средств записи речевого материала, а также с организацией необходимых условий записи, например, исключение фонового шума. Содержательные

вопросы включают выбор дикторов (их количество, пол, и т. д.), подбор текстового материала (специализированный / репрезентативный, тип произносимых речевых образцов — слова, отдельные предложения, тексты, образцы спонтанной речи, и т. п.), распределение текстового материала по дикторам, распределение речевого материала на тренировочную и тестовую части, выбор типов информации, ассоциированной с каждым звуковым файлом (орфографическая запись, фонемная запись и т. д.) [1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 2]. Структурные вопросы определяют способ организации информации, содержащейся в корпусе (структура директорий и файлов, создание протоколов и т. д.). К инструментальным относятся вопросы, возникающие в связи с автоматизацией и стандартизацией разных этапов создания речевого корпуса. Необходимо предусмотреть инструменты, облегчающие процессы транскрибирования и структурирования записанного материала, которые, как правило, невозможно полностью автоматизировать.

Как было отмечено выше, структуру и состав речевой базы определяют круг задач, решаемый разрабатываемой системой распознавания речи. В данной работе описана речевая база, созданная для обучения и тестирования системы распознавания голосовых команд. Это было необходимо по следующим причинам. Во-первых, вследствие специфики разрабатываемой САРР и задач, которые она решает, найти идеально подходящую по структуре и составу базу невозможно; наиболее распространены корпуса с высокой вариативностью звуков речи, что подошло бы для обучения и тестирования систем распознавания спонтанной речи. Во-вторых, бесплатных корпусов просто не существует. Наконец, для наглядности и устранения возможных лингвистических сложностей, наиболее предпочтителен был бы корпус именно русского языка.

Структура составленной базы изображена на рисунке 1. Каждый класс в базе — это одно слово из словаря распознавания. Словарь составлялся из наиболее употребительных слов русского языка, при этом предлоги, союзы, частицы опускались, чтобы сделать его сбалансированным и избежать повторов. Экземпляром класса является пример произнесения слова. При этом нужно учесть, что каждое слово может быть произнесено несколькими дикторами.



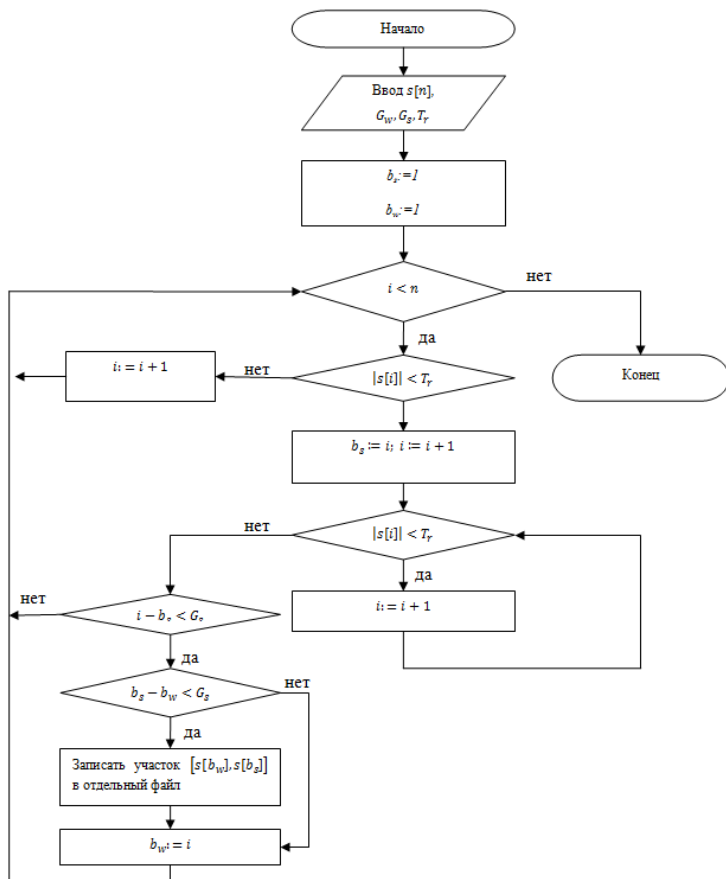
**Рисунок 1. Структура экспериментальной речевой базы**

Созданная речевая база имеет следующие параметры:

- количество классов  $W = 100$ ;
- количество дикторов  $D = 1$ ;
- количество обучающих экземпляров одного класса  $v_s = 20$ ;
- количество тестовых экземпляров одного класса  $r_s = 20$ ;
- общее количество обучающих примеров  $V = W \cdot v_s = 2000$ ;
- общее количество тестовых примеров  $R = W \cdot r_s = 2000$ ;
- формат хранения звуковых данных: несжатый звук в импульсно-кодовой модуляции (Pulse Code Modulation — PCM), сохраненный в wav-файле.

Для формирования речевой базы были разработаны программы, выполняющие нормализацию, очистку спектра и разделение набора примеров произнесения на отдельные файлы. Для очистки спектра применяется простая процедура спектрального вычитания, позволяющая подавить микрофонный шум (вообще говоря, любые аддитивные шумы, спектр которых не меняется во времени). Исходный сигнал сканируется кратковременным окном, в пределах которого находится модуль ДПФ. Из полученного спектра вычитается модуль ДПФ шумового сигнала. Над результирующим Фурье-образом выполняется ОДПФ. Автоматическое выделение примеров произнесения должно корректно учитывать следующие факторы: слова могут содержать кратковременные паузы, а во время паузы между словами возможны кратковременные посторонние звуки.

Для решения задачи разделения была разработана программа, принимающая на вход исходный дискретный сигнал  $s[n]$ , в котором записанные примеры произнесения отделены друг от друга паузами. Номера отсчетов с началом паузы  $b_s$  и началом слова  $b_w$  принимаются равными 1. Алгоритм разделения (рис. 2) просматривает все отсчеты  $s[n]$ ; как только встречается отсчет со значением меньше порогового  $T_r$ , его номер запоминается в  $b_s$  — это предположительное место начала паузы между словами. Далее пропускаются все отсчеты, значение которых меньше порогового  $T_r$ . Если количество таких отсчетов  $(i - b_s)$  не меньше, чем минимальная длительность паузы  $G_s$ , то интервал  $[i, b_s]$  содержит паузу между словами; иначе это кратковременная пауза внутри произнесения. Если количество отсчетов между  $b_s$  и  $b_w$  не меньше минимальной длительности слова  $G_w$ , то на интервале  $[b_w, b_s]$  находится пример произнесения, который необходимо выделить в отдельный файл; иначе это кратковременный шум, например, стук или дыхание. Алгоритм имеет следующие настраиваемые параметры: минимальная длительность произнесения слова  $G_w$ ; минимальная длительность пауз между словами  $G_s$ ; порог громкости участков с паузой между словами  $T_r$ .



**Рисунок 2. Блок-схема алгоритма выделения примеров произнесения из пачки**

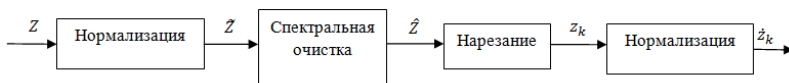
Процесс построения базы был автоматизирован с помощью разработанных программных средств предварительной обработки и разделения пачки примеров произнесения на отдельные файлы (рис. 3). Для «склейки» отдельных этапов использовался скриптовый язык командной оболочки bash операционной системы Linux:

1. запись произнесения диктором цепочки  $Z$  длиной  $K$  экземпляров одного класса;
2. нормализация  $Z$  и получение цепочки  $\tilde{Z}$ ;
3. спектральная очистка  $\tilde{Z}$  и получение  $\hat{Z}$ ;



4. После очистки набор произнесенных примеров слова разделяется на отдельные участки, содержащие только пример произнесения слова. Каждый участок помещается в отдельный файл: производится нарезание цепочки  $\hat{Z}$  на отдельные экземпляры  $z_k$  (каждый помещается в отдельный файл),  $k = 1, \dots, K$ .

5. нормализация  $z_k$  и получение  $\hat{z}_k$ , для  $k = 1, \dots, K$ .



**Рисунок 3.** Процесс добавления одного класса в речевую базу

Разработанная речевая база была использована для обучения и тестирования предложенной в работе [3] системы автоматического распознавания речи. В качестве дальнейшей работы ведется расширение базы за счет добавления новых классов и дикторов.

### Список литературы:

1. Кривнова О.Ф., Захаров Л.М., Строкин Г.С., Речевые корпуса (опыт разработки и использование) / Труды Международного семинара Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и ее приложениям, Т. 2, 2001, [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.dialog-21.ru/digest/archive/2001/?year=2001&vol=22725&id=6928>.
2. Claudio Becchetti, Lucio Prina Ricotti, Speech Recognition. Theory and C++ Implementation, Wiley, 1999, — 428 p.
3. Ognev I.V., A.I. Ognev, P.A. Paramonov, N.A. Sutula, The use of extrema distribution as a feature vector for speech patterns recognition, The 11th International Conference "Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies", — Vol. 1, — 2013. — pp. 114—117.

## 1.4. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ СРАВНЕНИИ DLP-СИСТЕМ

*Зверев Илья Николаевич*

*аспирант кафедры информационных технологий  
Ульяновского Государственного Университета,*

*РФ, г. Ульяновск*

*E-mail: [inz\\_2008@mail.ru](mailto:inz_2008@mail.ru)*

### APPLICATION OF HIERARCHY ANALYSIS METHOD COMPARISON DLP-SYSTEMS

*Ilya Zverev*

*post-graduate student at the Department of Information Technologies  
at Ulyanovsk State University,  
Russia, Ulyanovsk*

#### АННОТАЦИЯ

Целью настоящей статьи является определение критериев и методологии сравнения систем защиты информации от утечек (DLP-систем). В качестве метода предлагается использование метода анализа иерархий. Предлагаются критерии сравнения и вид иерархии на примере сравнения трех DLP-систем отечественной разработки. Полученные результаты могут служить в дальнейшем основой для анализа существующих DLP-систем.

#### ABSTRACT

The purpose of this article is to define the criteria and methodology comparison systems to protect information from leaks (DLP-systems). As a method is proposed the use of the method of analysis of hierarchies. Proposed criteria for comparison and view hierarchy in the example of comparison of the three systems DLP-home development. The results obtained can serve as a basis for further analysis of existing DLP-systems.

**Ключевые слова:** защита информации; DLP; защита информации от утечек; метод анализа иерархий.

**Keywords:** information protection; DLP; data leak prevention; analytic hierarchy process.

В последние годы осложнилась ситуация с внутренними угрозами, в частности с инсайдерами (злоумышленниками, являющихся членами организации-владельца конфиденциальной информации). В связи с этим, для защиты информации от утечек было создано новое направление в области информационной безопасности — так называемые DLP-системы.

В литературе по информационной безопасности [1] дается следующее определение:

*DLP-системы (Data Leak Prevention) — технологии предотвращения утечек конфиденциальной информации из информационной системы вовне, а также технические устройства (программные или программно-аппаратные) для такого предотвращения утечек. DLP-системы строятся на анализе потоков данных, пересекающих периметр защищаемой информационной системы. При детектировании в этом потоке конфиденциальной информации срабатывает активная компонента системы, и передача сообщения (пакета, потока, сессии) блокируется.*

Сравнение и выбор DLP-систем для защиты информации в конкретной автоматизированной системе — непростая задача. Руководителям, принимающим решение о закупке и внедрении данных систем, приходится разбираться в новой для себя предметной области, не имея независимой информации о характеристиках. Кроме того, на сегодняшний день не выработано четких критериев и методологии сравнения DLP-систем.

Предметом исследования настоящей статьи является решение данной проблемы, т. е. определение критериев и предложение метода сравнения (оценки) DLP-систем.

Исходя из определения DLP-систем очевидно, что ключевой характеристикой системы должна являться возможность контролировать различные каналы утечки информации и анализировать потоки информации, проходящие по этим каналам.

Поэтому основные критерии должны определяться:

1. контролем различных каналов утечки информации;
2. использованием методов защиты информации от утечек (методов анализа информации на предмет наличия защищаемой информации).

В качестве дополнительного критерия будет определяться наличие действующего сертификата по требованиям безопасности на DLP-систему.

### **1. Основные каналы утечки информации**

Для определения критериев сравнения DLP-систем необходимо сначала определить основные угрозы (каналы) утечки информации.

Выделим основные категории каналов утечки с позиций DLP-системы. DLP-системы могут контролировать:

- печать документов. Далее по тексту — канал 1;
- подключение внешних устройств. Далее по тексту — канал 2;
- передачу информации через Internet. Далее по тексту — канал

3;

### **2. Методы защиты информации от утечек**

В таблице 1 приведены основные методы (технологии) защиты информации от утечек и их краткое описание.

*Таблица 1.*

**Методы защиты информации от утечек**

<b>Метод (группа методов)</b>	<b>Краткое описание</b>
Поиск по регулярным выражениям (метод 1)	С помощью некоторого языка регулярных выражений определяется «маска», структура данных, которые относятся к конфиденциальным. В качестве примера можно привести номера кредитных карт, паспортные данные и т. д.
Лингвистический анализ (словоформы, синонимы, морфология и т. п.) (метод 2)	Этот подход называют еще контекстным и морфологическим. Определение конфиденциальной информации производится на основе выделения в ней множества значимых, определяющих содержание слов, называемых также ключевыми.
Анализ транслита (метод 3)	Поиск замаскированного с помощью транслитерации текста.
Анализ замаскированного текста (метод 4)	Поиск замаскированного текста. Для анализа используются статистические методы, а также методы поиска информации в определенных областях (файлов).

<p>Анализ с использованием цифровых отпечатков (метод 5)</p>	<p>Этот метод основан на построении некоторого идентификатора исходного текста. Реализуется следующий автоматический алгоритм:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Из документа выделяется текстовое содержание.</li> <li>2) Текст некоторым образом разбивается на фрагменты.</li> <li>3) Для каждого такого фрагмента система создает некий идентификатор («отпечаток».)</li> <li>4) Конфиденциальный документ представляется в системе набором таких «отпечатков».</li> </ol> <p>Для сопоставления проверяемого текста с множеством конфиденциальных документов для него «на лету» строится аналогичный набор «отпечатков». Если оба множества отпечатков демонстрируют, система диагностирует попытку утечки.</p>
<p>Гибридный анализ (метод 6)</p>	<p>Интегрирование лингвистического, статистического и других методов в единый алгоритм анализа информации, контроля и детектирования.</p>

### 3. Методология сравнения

В качестве метода сравнения DLP-систем предлагается использовать метод анализа иерархий [2].

**Метод анализа иерархий (МАИ)** — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению. Этот метод разработан американским математиком Томасом Саати.

Порядок применения метода анализа иерархий:

- 1) Определение цели, альтернативных вариантов достижения цели.
- 2) Построение качественной модели проблемы в виде иерархии с определением критериев для оценки качества альтернатив.
- 3) Определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений.
- 4) Синтез глобальных приоритетов альтернатив путем линейной свертки приоритетов элементов на иерархии.
- 5) Проверка суждений на согласованность.
- 6) Принятие решения на основе полученных результатов.

#### **4. Определение цели и выбор альтернатив**

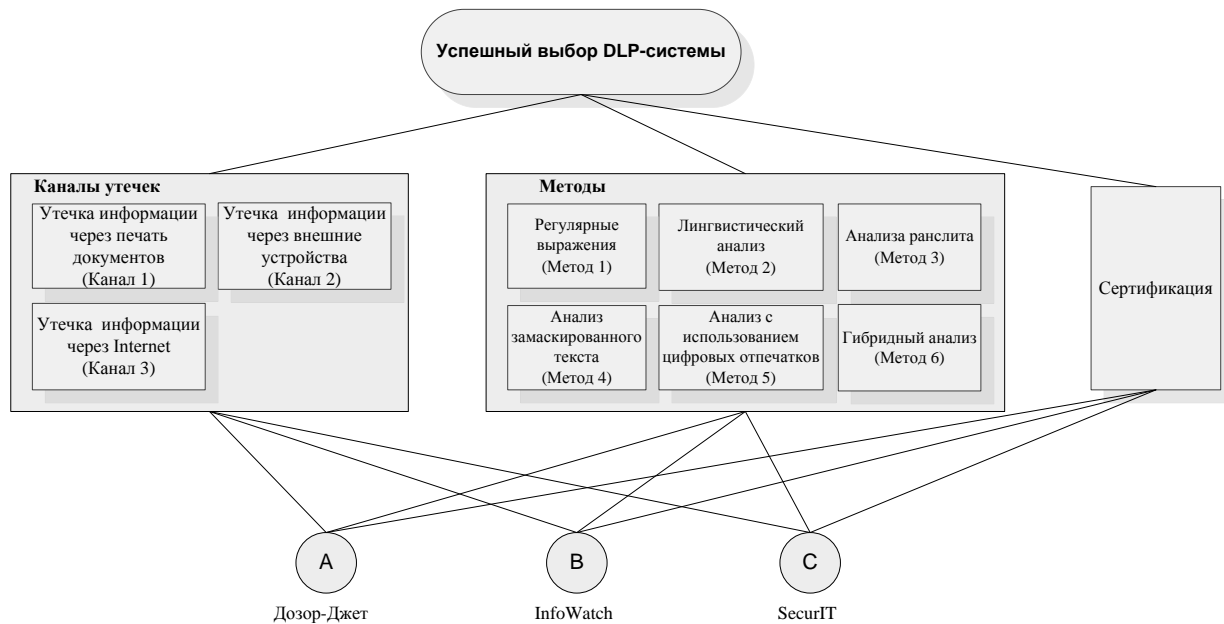
Целью будет являться **успешный выбор одной из DLP-систем**, предназначенной для защиты информации от утечек в корпоративной автоматизированной системе.

В качестве альтернатив будут взяты 3 наиболее популярные российские DLP-системы:

- Дозор-Джет 4.0 (Инфосистемы Джет) — далее по тексту DLP-система **А**;
- InfoWatch Traffic Monitor Enterprise 3.5 (InfoWatch) — далее по тексту DLP-система **В**;
- ЫусгкШЕ Япфеу Зю0 и ЫусгкШЕ Ядщсл Зю0 (ЫусгкШЕ) — далее по тексту ВДЗ-система **Сю**

#### **5. Построение иерархии**

На рисунке 1 представлена модель проблемы (иерархия), содержащая цель, альтернативы и критерии оценки.



*Рисунок 1. Иерархия проблемы*

Итак, для достижения цели выбор производится из 3-х DLP-систем по 10 независимым характеристикам (3 канала утечек + 6 методов защиты + сертификация).

Для проведения сравнения эксперту необходимо получить информацию (исходные данные) о том, какие каналы утечки закрываются сравниваемыми DLP-системами и какие методы они при этом используют.

Данные для настоящего сравнения получены с сайтов производителей, из документации и по результатам тестирования ознакомительных версий программ.

### **6. Определение приоритетов**

Для определения приоритетов составляются матрицы попарных сравнений (таблица 2). В роли эксперта выступал автор настоящей статьи, основываясь на выше изложенной информации (характеристиках сравниваемых DLP-систем и представлениях об объекте защиты). Сравнения проводились по шкале значимости от 1 до 9 (1 — одинаковая значимость, 3 — незначительное превосходство и т. д., обратные величины — если сравниваемый объект уступает в данной характеристике).

В реальной жизни экспертами могут выступать специалисты по защите информации, руководители предприятия. Главное требование — эксперты в совокупности должны знать специфику защищаемой автоматизируемой системы и иметь квалифицированные знания в области защиты информации от утечек.

*Таблица 2.*

**Матрица попарных сравнений**

	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 4	Метод 5	Метод 6	Серг.
Канал 1	1	1/3	1/5	1	1	1	1	1	1	1/3
Канал 2	3	1	1/3	1	1	1	1	1	1	1/3
Канал 3	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1/3
Метод 1	1	1	1	1	1/9	1/7	1/7	1/7	1/7	1/3
Метод 2	1	1	1	9	1	5	3	1	3	1/3
Метод 3	1	1	1	7	1/5	1	1	1/5	1/7	1/3
Метод 4	1	1	1	7	1/3	1	1	1/5	1/7	1/3
Метод 5	1	1	1	7	1	5	5	1	1/3	1/3
Метод 6	1	1	1	7	1/3	7	7	3	1	1/3
Серг.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1



Для каждой из матриц  $N_i$  определяется нормализованный вектор локальных приоритетов, со следующими компонентами:

$$\sqrt[n]{\prod_{l=1}^n a_{jl}} = a_j$$

где  $n$  размерность матрицы —  $a_{ji}$  элемент  $j$ -ой строки матрицы. Таким образом, матрице  $N_i$  сопоставляется вектор  $a_i$ .

Нормирование компонент осуществляется путем деления каждой компоненты вектора  $a_i$  на сумму всех компонент этого вектора:

$$b_j = \frac{a_j}{\sum_j a_j}$$

Далее считаются приоритеты для сравнения альтернатив по всем критериям (таблица 3).

*Таблица 3.*

**Приоритеты сравнения альтернатив по всем критериям**

	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 4	Метод 5	Метод 6	Сертификация
A	0,08	0,33	0,26	0,33	0,14	0,08	0,08	0,33	0,09	0,08
B	0,46	0,33	0,1	0,33	0,72	0,46	0,46	0,33	0,45	0,18
C	0,46	0,33	0,64	0,33	0,14	0,46	0,46	0,33	0,45	0,73

Полученный вектор приоритетов для сравнения значимости критериев между собой приведен в таблице 4.

*Таблица 4.*

**Приоритеты значимости критериев**

Канал 1	Канал 2	Канал 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 4	Метод 5	Метод 6	Сертификация
0,059	0,077	0,1	0,02	0,13	0,057	0,059	0,116	0,139	0,23

Перемножив одну матрицу на другую, получаем итоговый вектор приоритетов для альтернатив (A — 0,17; B — 0,36; C — 0,46).

## 7. Проверка суждений на согласованность

После получения данных (обработки матриц) следует определить их согласованность. Степень согласованности для каждой матрицы приближенно вычисляется следующим способом: суммируется каждый столбец матрицы суждений, и сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов и т. д., затем полученные значения суммируются [2]:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left( b_j \sum_{j=1}^n a_{ji} \right)$$

Далее вычисляется индекс согласованности:

$$\text{ИС} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Отношение ИС к среднему случайному индексу ( $\text{СИ}_{\text{cp}}$ ) согласованности для матрицы того же порядка называется отношением согласованности (ОС).

$$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{СИ}_{\text{cp}}$$

Зачения  $\text{СИ}_{\text{cp}}$  для используемых матриц порядка 3 и 10 равно 0,58 и 1,49 соответственно [2].

Значение ОС, входящее в интервал от 0 до 0,1 будем считать приемлемым.

Проведем описанные выше вычисления и получаем для 11 матриц сравнения следующие значения, приведенные в таблице 5.

**Таблица 5.**

**Матрица согласованности суждений**

$\lambda_{\max}$	12	3,16	3	3	3,005	3	3,16	3,16	3	3	3
ИС	0,22	0,08	0	0	0,0025	0	0,08	0,08	0	0	0
ОС	0,14	0,12	0	0	0,004	0	0,12	0,12	0	0	0

Большая часть матриц имеют согласованные суждения (7 из 11), для остальных отклонение от нормы несущественно. Таким образом,

можно сделать вывод в целом о согласованности суждений эксперта, проводившего сравнение.

#### **8. Принятие решения на основе полученных результатов**

По результатам проведенных вычислений получаем значения общего ранжирования альтернатив:

$$A = 0,17; B = 0,36; C = 0,46.$$

Таким образом, наиболее приемлемой альтернативой для оценивающего эксперта является DLP-система SecurIT Zgate компании Zecurion.

#### **Заключение**

В данной статье определены критерии и предложена методология сравнения DLP-систем. С помощью предложенного метода проведен сравнительный анализ систем российских разработчиков.

Методология и критерии сравнения DLP-систем, предложенные в настоящей статье, позволят более грамотно подойти к процессу выбора системы защиты информации от утечек для защищаемой автоматизированной системы.

#### **Список литературы:**

1. Глобальное исследование утечек информации за 2013 год [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.infowatch.ru/report2013> (дата обращения: 01.04.2014).
2. Томас Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М., «Радио и связь», 1993 г — 278 с.

## СЕКЦИЯ 2.

### ФИЗИКА

#### 2.1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

#### ЭФФЕКТ МАКСИМАЛЬНОГО НАГРЕВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ

*Ростомашвили Зураб Габриелович*

*д-р физ.-мат. наук,  
профессор департамента информатики, математики и физики  
Телавского Государственного Университета им. Я. Гогебашивили,  
Грузия, г. Телави*

*E-mail: [zurabross@yahoo.com](mailto:zurabross@yahoo.com)*

#### THE EFFECT OF MAXIMAL HEATING IN THE PROCESS OF DIFFERENTIATED HEAT TRANSFER

*Zurab Rostomashvili*

*doctor of Science ,professor of department information, mathematics  
and physics of Telavi J. Gogebashvili state university,  
Georgia, Telavi*

#### АННОТАЦИЯ

Интересна задача о максимальной передаче теплоты. Газы, жидкости и твердые порошки можно разделить на большое число подсистем и к ним можно применить метод дифференцированной передачи теплоты, при котором в тепловом контакте участвуют холодное тело полностью и маленькая часть горячего тела. Получены значения максимальных температур для классических и квантовых систем. Показано, что температура холодной системы увеличивается более, чем при непосредственном обычном тепловом контакте для классических и квантовых систем.

## ABSTRACT

Task of maximal heat transfer is very important. Gases, liquids and solid powders can be divided into many different subsystems. For Such systems are available to use differentiated method of heat transfer. In this case a cold body totally and a small part of hot body (almost infinitely small) are involved in thermal process. The values of maximal temperature are obtained for both classic and quantum systems. It is shown that temperature for cold system incises rather than for direct thermal contact.

**Ключевые слова:** дифференцированная передача теплоты; непосредственный тепловой контакт; температура.

**Keywords:** differentiated transfer of heat; Differential heat transfer; transfer of Thermal energy by direct contact; temperature.

Работа и теплота являются одними из самых важных понятий термодинамики. При циклических обратимых (цикл Карно) процессах тепловые двигатели совершают максимальную работу [1]. Само собой представляет интерес задача о максимальной передаче теплоты. При непосредственном тепловом контакте между  $A$  горячим и холодным телом  $B$  о максимуме и нельзя говорить, однако для газов, жидкостей и твердых порошков возможен отличный от обычного, процесс теплопередачи [2, 3], т. н. дифференцированная передача теплоты (ДПТ). Суть этого процесса заключается в том, что в тепловом контакте участвуют холодное тело  $B$  полностью и маленькая часть (в пределе бесконечно маленькая) горячего тела  $A$ . Т. е. горячее тело можно разделить на очень большое число частей, что не представляет трудность для вышеупомянутых структур. Горячее тело  $A$  разделяется на большое (в дальнейшем на бесконечно большое) число подсистем. Подсистемы при этом бесконечно малы по отношению горячего тела  $A$ , хотя они должны содержать бесконечно большое число частиц (в противном случае для них понятие температуры потеряло смысл). При ДПТ с холодным телом  $B$  сначала приводят в тепловой контакт первую подсистему горячего тела  $A$ . После наступления теплового равновесия эта подсистема удаляется от холодного тела  $B$  и больше не соприкасается как с горячим, так и с холодным телом. Такую процедуру повторяют для второй, третьей и т. д. последней подсистемы. В конечном итоге, подсистемы которые уже были в тепловом равновесии с  $B$  постепенно опять собираются в одну систему  $A$ , которая уже охлаждена.

Для решения задачи максимального нагревания в процессе передачи теплоты в классическом случае, напишем уравнение теплового баланса между системы  $B$ , и  $i$ -ой подсистемы тела  $A$ . Удельные теплоёмкости соответственно обозначим через  $C_1$  и  $C_2$ , массы через  $m_1$  и  $m_2$ . Начальную температуру тела  $A$  через  $T_1$ , а температуру тела  $B$  перед тепловым контактом  $i$ -ой подсистемы тела  $A$ , через  $T$ , массу  $i$ -ой подсистемы тела  $A$  через  $\Delta m_i$ . После теплового равновесия температура тела  $B$  получает приращение  $\Delta T \ll T$ , т.к.  $\Delta m_i \ll m_1$ . Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$\Delta m_i C_1 (T + \Delta T - T_1) + m_2 C_2 (T + \Delta T - T) = 0. \quad (1)$$

Т. к.  $\Delta m_i \ll m_1, m_2$ ,  $\Delta T \ll T, T_1, T_2$ ,  $C_1$  и  $C_2$  величины одного порядка, в уравнении (1) можем опустить член  $\Delta m_i C_1 \Delta T$ , после чего уравнение (1) принимает вид:

$$\Delta m_i C_1 T + -\Delta m_i C_1 T_1 + m_2 C_2 \Delta T = 0. \quad (2)$$

На основе вышесказанного, исходя из того, что мы рассматриваем очень большое число подсистем,  $N \rightarrow \infty$ , в уравнении (2) можем заменить  $\Delta m \rightarrow dm$ ,  $\Delta T \rightarrow dT$ . В этом случае (2) принимает вид:

$$C_1 (T - T_1) dm + C_2 m_2 dT = 0. \quad (3)$$

$C_1$  и  $C_2$  в интервале  $[T_2, T_1]$  будем считать очень слабо зависящими от температуры. За начальное условие уравнения (3) можем принять  $T|_{m_1=0} = T_2$ , т. е. температура тела  $B$  была  $T_2$  пока подсистемы тела  $A$  не начали тепловой контакт с  $B$ .

Интегрируя (3), для конечной температуры  $B$  получаем:

$$T = T_1 (1 - e^{-\gamma}) + T_2 e^{-\gamma} = \frac{T_2 + (e^\gamma - 1) T_1}{e^\gamma}, \quad (4)$$

где  $\gamma = \frac{C_1 m_1}{C_2 m_2} > 0$ .

Рассмотрим случай когда тело  $A$  не разделяется на подсистемы и непосредственно приходит в тепловом равновесии с  $B$ . Если конечную температуру обозначим через  $T'$ , уравнение теплового баланса принимает вид:

$$C_1 m_1 (T' - T_1) + C_2 m_2 (T' - T_2) = 0, \quad (5)$$

и для окончательной температуры тела  $B$  получаем:

$$T' = \frac{C_1 m_1 T_1 + C_2 m_2 T_2}{C_1 m_1 + C_2 m_2} = \frac{T_2 + \gamma T_1}{1 + \gamma}, \quad (6)$$

В случае когда  $\gamma \ll 1$ , в (4) можем заменить:  $e^\gamma \approx 1 + \gamma$ , после чего (4) принимает вид:

$$T = \frac{T_2 + \gamma T_1}{1 + \gamma},$$

что совпадает значением (6) для непосредственного теплового контакта (НТК). Эта ситуация для ДПТ соответствует тому случаю, когда тело  $A$  очень маленькое, и представляет одну из вышерассмотренных подсистем!

В случае когда  $\gamma = \frac{C_1 m_1}{C_2 m_2} \gg 1$ , (4) принимает вид:

$T = T_1 + e^{-\gamma} T_2 \approx T_1$ , эта ситуация для ДПТ соответствует тому случаю, когда тело  $B$  очень маленькое. Т.к.  $1 + \gamma \approx \gamma$ , такой же результат получаем из (6) для непосредственного теплового контакта:

$$T' = \frac{T_2 + \gamma T_1}{1 + \gamma} \approx \frac{T_2 + \gamma T_1}{\gamma} = T_1 + \frac{T_2}{\gamma} \approx T_1.$$

Таким образом когда одно из тел участвующих в процессе теплообмена очень маленькое, как ДПТ так и НТК дают одинаковые результаты. Однако в реальных ситуациях  $\gamma$  порядка единицы и к примеру, когда  $\gamma = 1$ ,  $T_1 = 500, T_2 = 100$  процесс ДПТ даёт для окончательной температуры  $T = 352,8482$ , в то время когда процесс НТК даёт значение  $T' = 300$ . В итоге можем утверждать, что для классических, некантовых систем в реальных ситуациях ДПТ даёт эффект максимального нагревания в процессе передачи теплоты.

Рассмотрим ДПТ для спиновых квантовых систем. В отличии от классических такие системы характеризуются как положительными, так и отрицательными абсолютными температурами. Обозначим для  $A$  и  $B$  слабозаимодействующих спиновых систем число спиновых частиц через  $n_1$  и  $n_2$ , температуры  $T_1$  и  $T_2$  соответственно. Вдоль направления магнитного поля проекция спина  $m$  принимает  $2s + 1$  значения ( $m = -s, -s + 1, \dots, s$ ) и соответственно получаем  $2s + 1$  равноудалённых невырождённых энергетических уровней с энергией  $m\mu H$ , где  $\mu$  и  $H$  представляют магнитный момент спина и индукцию магнитного поля соответственно. Если ввести обратную температуру  $\beta = \frac{1}{kT}$ , для статистической суммы такой системы получаем:

$$Z(\beta) = \frac{sh\left(s + \frac{1}{2}\right)\beta\mu H}{sh\frac{\beta\mu H}{2}}. \quad (7)$$

Для энергии, которая , приходится на одну частицу в случае  $s = \frac{1}{2}$ , имеем [2—4]:

$$\bar{E}_0 = -\frac{\partial \ln Z(\beta)}{\partial \beta} = -\mu H \left[ \left(s + \frac{1}{2}\right) \text{cth} \left(s + \frac{1}{2}\right) \beta\mu H - \frac{1}{2} \text{cth} \frac{\beta\mu H}{2} \right] = -\mu H \text{th} \frac{\beta\mu H}{2}. \quad (8)$$

На основе (8) для энергии спиновых систем  $A$  и  $B$  напомним:



$$E_A = -n_1 \mu H th \frac{\beta_1 \mu H}{2}, \quad E_B = -n_2 \mu H th \frac{\beta_2 \mu H}{2}.$$

Т. к. при НТК между спиновыми системами  $A$  и  $B$  число частиц полученной системы равно  $n_1 + n_2$ , поэтому для обратной равновесной температуры системы  $A + B$  получаем:

$$\beta = \frac{2}{\mu H} \operatorname{arth} \left[ \frac{n_1 th \frac{\beta_1 \mu H}{2} + n_2 th \frac{\beta_2 \mu H}{2}}{n_1 + n_2} \right], \quad (9)$$

Формула (9) уже даёт возможность рассмотреть ДПТ между спиновыми системами  $A$  и  $B$  [1, 2]. Т. к. обе системы макроскопичны,  $n_1, n_2 \rightarrow \infty$ , поэтому число частиц тела  $A$  -  $dn$ , которая приходит в тепловом равновесии с телом  $B$  не может быть меньше единицы и при этом должна быть бесконечно маленьким по отношению с  $n_1$ . В таком случае на основе (9) при ДПТ получим:

$$\beta_2 + d\beta = \frac{2}{\mu H} \operatorname{arth} \left[ \frac{n_2 th \frac{\beta_2 \mu H}{2} + dn \cdot th \frac{\beta_1 \mu H}{2}}{n_2 + dn} \right] \quad (10)$$

Разлагая (10) в ряд по  $\frac{dn}{n_2}$ , в линейном приближении получим:

$$d\beta = \frac{2}{\mu H} \cdot \frac{th \frac{\beta_1 \mu H}{2} - th \frac{\beta_2 \mu H}{2}}{1 - th^2 \frac{\beta_2 \mu H}{2}} \cdot \frac{dn}{n_2}. \quad (11)$$

Т. к.  $T_1 > T_2$ , поэтому  $\beta_2 > \beta_1$  как для положительных, так и для отрицательных абсолютных температур и числитель выражения (11) отрицателен. А из условия

$$\left| \frac{n_1 th \frac{\beta_1 \mu H}{2} + dn \cdot th \frac{\beta_2 \mu H}{2}}{n_1 + dn} \right| < 1$$

получаем, что знаменатель выражения (11) положителен. Всё это приводит к тому, что температура системы  $B$  повышается. Т. к. при ДПТ  $dn$  меняется от 0 до  $n_2$ , тогда на основе (11) в конце процесса для обратной температуры, которая, соответствует максимальной абсолютной температуре, получим:

$$\beta_{\max} = \beta_2 + \frac{2}{\mu H} \cdot \frac{th \frac{\beta_1 \mu H}{2} - th \frac{\beta_2 \mu H}{2}}{1 - th^2 \frac{\beta_2 \mu H}{2}} \cdot \frac{n_1}{n_2} \quad (12)$$

На основе численных вычислений легко показать, что при ДПТ система  $B$  нагревается больше чем при НТК.

Таким образом, при ДПТ холодные системы нагреваются сильнее, чем при НТК как для классических, так и для квантовых систем. При ДПТ холодное тело в итоге оказывается более нагретым по сравнению с горячим телом.

### Список литературы:

1. Ландау Л.Л., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. М. Наука, 1976. — 75 с.
2. Ростомашвили З. Дифференцированная передача теплоты для слабо-взаимодействующих спиновых систем. Труды Телавского Государственного Университета № 2. (22), Телави. 2007. — 235—238 с.
3. Угулава А., Ростомашвили З. Дифференцированная передача теплоты. Труды Телавского Государственного Университета № 2., Телави. 2005. — 11—14 с.

## 2.2. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ФТОРИДАХ

*Брюквина Любовь Ильинична*

*канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник,  
Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН,  
РФ, г. Иркутск  
E-mail: [baikal@ilph.irk.ru](mailto:baikal@ilph.irk.ru)*

### FEATURES OF PROPAGATION OF THE HIGH-INTENSITY FEMTOSECOND LASER PULSES IN ALKALI AND ALKALI-EARTH FLUORIDE CRYSTALS

*Bryukvina Lyubov*

*candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher,  
Irkutsk branch of the Institute of Laser Physics SB RAS,  
Russia, Irkutsk*

#### АННОТАЦИЯ

Представлены периодические картины филаментации поперек и вдоль треков лазерных каналов, наведенных высоко-интенсивными фемтосекундными лазерными импульсами в кристаллах фторидов магния и натрия. Объяснения даны на основе детерминированного поляризационного эффекта, различий в распространении линейно- и циркулярно-поляризованных лазерных импульсов, появления орбитального углового момента светового пучка вследствие оптического астигматизма.

#### ABSTRACT

The periodic filamentation patterns across and along of tracks of laser channels, induced by high-intensive femtosecond laser pulses in magnesium and sodium fluoride crystals, are presented. The explanations are given on basis of deterministic vectorial effects, difference in propagations

of linear- and circular-polarized laser pulses, appearances of the orbital angular momentum of the light beams because of optical astigmatism.

**Ключевые слова:** фемтосекундные лазерные импульсы; щелочные фториды.

**Keywords:** femtosecond laser pulses; alkali fluorides.

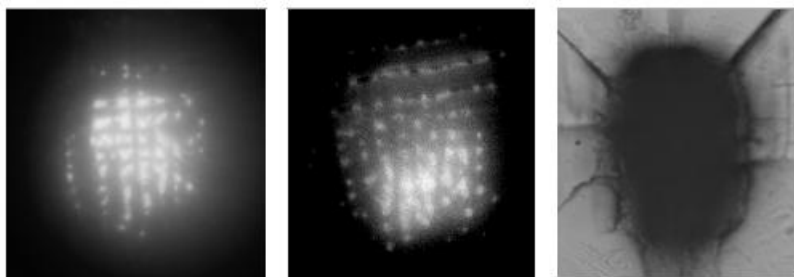
В настоящее время исследования распространения фемтосекундных лазерных импульсов через прозрачные среды представляет значительный научный интерес. Высокая пиковая мощность фемтосекундных лазерных импульсов дает появление нелинейных оптических эффектов в прозрачной среде. В течение распространения через прозрачную среду оптический эффект Керра вызывает самофокусировку интенсивного лазерного луча, вызывая увеличение пиковой интенсивности выше исходной. Предотвращение коллапса такого луча при распространении в конденсированной среде происходит путем дефокусировки, которая вызывается образованием плазмы. Образование плазмы является следствием многофотонной ионизации, которая происходит, когда локальная лазерная интенсивность становится достаточно высокой. При очень высоких лазерных мощностях луч может распадаться из-за модуляционной нестабильности пространственных мод, давая появление множественной филаментации. Характер картины филаментации определяется не только параметрами лазерного луча, но и свойствами прозрачного материала, в котором распространяется лазерное излучение, и особенностями устройств, использующихся в эксперименте, через которые проходит лазерный луч. Исследуя монокристаллы фторида натрия и магния с каналами, оставленными фемтосекундными лазерными импульсами, было обнаружено, что картина филаментации может иметь периодическое строение и в поперечном сечении и вдоль филаментов.

### **1. Периодическое строение картины филаментации поперечного профиля фемтосекундного луча в кристаллах $MgF_2$ и $NaF$**

Во фториде магния и натрия с помощью фемтосекундных лазерных импульсов титан-сапфирового лазера длиной волны 800 нм, энергией импульса 0,5 мДж, длительностью 30 фс, частотой повторения 1 кГц были наведены каналы с центрами окраски (ЦО). Падающее на кристалл излучение было сфокусировано внутрь кристалла с помощью линзы с фокусным расстоянием 30 см. Никаких других дополнительных внешних устройств, кроме линзы, в установке

эксперимента не присутствовало. Мощность лазерного излучения в эксперименте превосходила как минимум в 1000 раз критическую мощность самофокусировки:  $P_{cr} = 3.77\lambda^2/8\pi n_0 n_2$ , где  $n_2$  — нелинейный показатель преломления второго порядка ( $9 \cdot 10^{-17} \text{ см}^2 \text{ ВТ}^{-1}$  для  $\text{MgF}_2$ ),  $\lambda$  — длина волны фемтосекундного излучения (800 нм),  $n_0$  — показатель преломления  $\text{MgF}_2$  ( $\sim 1,39$ ). При таких мощностях происходила множественная филаментация, т.е. распад входного луча на множество светящихся нитей (филаментов).

Светящиеся каналы в поперечном сечении были сфотографированы с помощью цифровой камеры (рис. 1). Визуализация каналов осуществлялась свечением ЦО с длиной волны 590 нм (в  $\text{MgF}_2$ ) и 650 и 590 нм (в  $\text{NaF}$ ) при освещении со стороны светодиодным лазером с  $\lambda_{\text{max}} = 450$  нм.



***Рисунок 1. Периодические картины распределения фемтосекундных лазерных филаментов в поперечном сечении лазерных каналов в монокристаллах  $\text{MgF}_2$  (слева),  $\text{NaF}$  (в центре), визуализируемых свечением центров окраски, образованных в треках филаментов; фото окрашенного центрами окраски пятна размером 200 мкм на поверхности кристалла  $\text{NaF}$  в фокусе внешней линзы при подсветке галогенной лампой (справа)***

На рис. 1 представлена периодическая картина распределения филаментов в поперечном сечении канала, наведенного фемтосекундными лазерными импульсами. Видно, что отдельные световые пятна (или поперечные сечения филаментов) располагаются в виде решетки в плоскости рисунка. Стандартное объяснение множественной филаментации, данное Беспаловым и Талановым еще в 1966 году, заключается в том, что она начинается случайным шумом в профиле входного луча. Так как шум по определению случайный, то картина должна быть различна от импульса к импульсу, т.е. количество

локализаций филаментов непредсказуемо. Однако, в проделанном эксперименте картина филаментации (рис. 1) от импульса к импульсу повторяется.

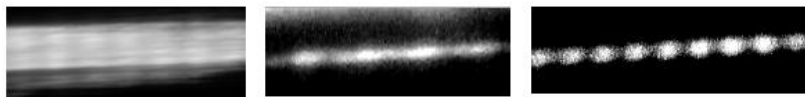
Альтернативное объяснение, которое наиболее приемлемо для объяснения представленной на рис. 1 картины, состоит в том, что множественной филаментацией могут управлять детерминированные векторные (поляризационные) эффекты. Управлять картинами множественной филаментации можно, воздействуя на распределение либо интенсивности, либо фазы входного луча. Например, диафрагма, размещенная на пути луча, позволяет изменить начальный профиль луча и управлять числом, положением и последующим развитием множественной филаментации, создавая регулярные картины, показывающие периодическую организацию филаментов в виде геометрических фигур, о чем сообщали Z.Q. Nao et al. в 2007 году. Другой причиной, вызывающей воздействие на МФ картину, является астигматизм входного пучка, который может привести к определенной МФ картине, т. е. картине, которая воспроизводится от импульса к импульсу. В работе [5] контроль МФ картины осуществлялся путем использования установки наклонных линз. Такая установка может контролировать число и картину филаментов. Если картина филаментации вызвана эллиптичностью входного пучка, то на основе формулы  $E_0(x, y, t) = F(x^2/a^2 + y^2/b^2, t)$  можно составить только четыре комбинации для поперечного профиля луча: (1) единичный центральный филамент на оси, (2) пара одинаковых филаментов, локализованных вдоль главной оси эллипса при  $(\pm x, 0)$ , (3) пара одинаковых филаментов, локализованных вдоль второстепенной оси при  $(0, \pm y)$ , и (4) квадруполь одинаковых филаментов, локализованных при  $(\pm x, \pm y)$ .

Линза в настоящем эксперименте была установлена на держателе так, что сформировался небольшой угол между поверхностью линзы и поперечной плоскостью луча, создавая астигматизм. Об этом свидетельствует овальная форма пятна импульса, анализируемая в геометрическом фокусе падающего на кристалл луча (рис. 1 справа). Пространственный профиль входного пучка в эксперименте (рис. 1) был с шумом и эллиптический с эксцентриситетом  $b/a = 1,6$ . Было произведено около 5000 импульсов, при этом картина филаментации оказалась стабильной от импульса к импульсу. Значительное превышение мощности лазерного излучения над пороговой ( $P_{cr}$ ) и эллиптичность падающего пучка приводят к реализации варианта (4), т. е. филаменты в облученном канале располагаются в плоскости сечения луча по осям  $x$  и  $y$ , образуя решетку (рис. 1).

## 2. Продольное периодическое строение фемтосекундных филаментов в кристаллах $MgF_2$

Визуализация продольной структуры лазерного канала во фториде магния представлена на рис. 2 (слева). Лазерный луч проходил вдоль оптической оси кристалла. Ширина его около 1 мм. Видно, что множество филаментов слились в единый поток. На рис. 2 (в центре) представлена фотография отдельного филамента на краю этого канала. Можно отметить периодическую структуру филамента. В одном филаменте сконцентрированная мощность может достигать единиц  $P_{cr}$ . При таких мощностях распространение света в филаменте осуществляется с помощью самоволноводного механизма, когда наблюдается динамический баланс между фокусировкой Керра и генерацией плазмы и свет в филаменте подвергается циклам фокусировка-дефокусировка. В результате визуально можно видеть почти периодическую структуру филамента (рис. 2 в центре)

Когда фемтосекундный лазерный луч проходил перпендикулярно оптической оси кристалла, то эффективность облучения в канале луча оказалась меньше, при этом одиночные филаменты имели строго периодическую структуру с длиной отдельного звена порядка  $30\div 40$  мкм [1, 2] (рис. 2 справа)



***Рисунок 2. Продольное периодическое строение фемтосекундных филаментов в кристаллах  $MgF_2$ : единственный филамент вдоль оптической оси (в центре), единственный филамент поперек оптической оси (справа)***

Объяснение этого явления состоит в периодическом изменении состояния поляризации падающего на анизотропный кристалл фторида магния фемтосекундного излучения с линейно-поляризованного, входящего в кристалл, в циркулярно-поляризованный в кристалле и далее вдоль распространения обратно с циркулярно-поляризованного в линейно-поляризованный и т. д. Расстояние между двумя линейно-поляризованным или двумя циркулярно-поляризованными ближайшими звеньями филамента примерно  $30\div 40$  мкм. Таким образом, в кристалле  $MgF_2$  при направлении фемтосекундного лазерного луча перпендикулярно оптической оси распространяются филаменты, имеющие периодическое изменение состояния поляризации с линейной

поляризации на циркулярную поляризацию. В работе Koleshik с соавторами (2008 г.) установлено, что критическая мощность самофокусировки выше для циркулярной поляризации при одинаковой входной мощности линейно- и циркулярно-поляризованного фемтосекундного луча. Циркулярно-поляризованный импульс подвергается более слабой самофокусировке, что выражается, в свою очередь, в меньшей генерации плазмы. Ширина запрещенной зоны во фториде магния 12,3 эВ и энергия падающего фотона составляет 1,55 эВ. Таким образом, для возбуждения электрона из валентной зоны в зону проводимости требуется поглощение 7–8 фотонов одновременно. Общепринятый механизм многофотонного возбуждения обеспечивает образование электронной плазмы в зоне проводимости кристалла. Чем выше концентрация плазмы, тем больше концентрация создающихся люминесцентных ЦО в фемтосекундных каналах. В ряде работ считается, что многофотонная ионизация менее эффективна в случае облучения циркулярно-поляризованными фемтосекундными лазерными импульсами. Следовательно, концентрация плазмы меньше в циркулярно-поляризованных звеньях фемтосекундного филамента, чем в линейно-поляризованных. Это вызывает уменьшение концентрации ЦО и уменьшению толщины филамента в циркулярно-поляризованных его звеньях (рис. 2 справа).

### **3. Спиральная периодичность светового луча в кристаллах NaF**

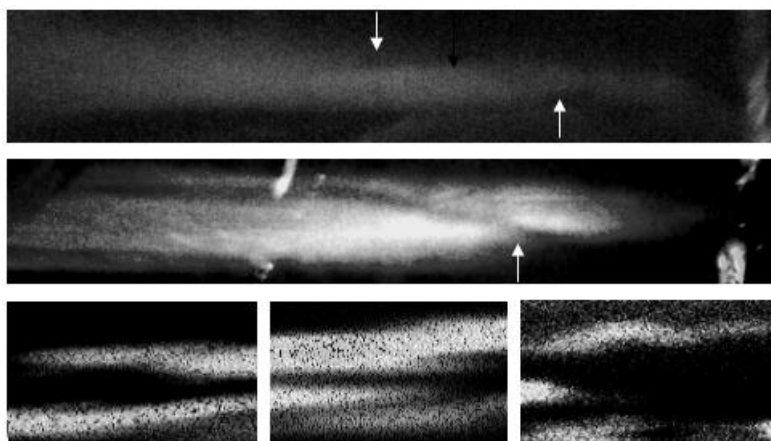
В последние годы значительный интерес вызывает образование и распространение винтовых или спиральных световых пучков. Такие пучки могут переносить спиновый угловой момент (СУМ) или орбитальный угловой момент (ОУМ) вдоль направления их распространения [3, 4]. Спиральные световые пучки использовались для микроманипуляции мелкими частицами в оптическом пинцете или для мультиплексирования канала в телекоммуникации.

Для параксиального приближения, которое используется в Гауссовой оптике при прохождении луча света через оптическую систему, такую как линза, ОУМ связан с винтовой (спиральной) формой фронта импульса.

Таким же моментом обладают все оптические вихри (optical vortex) или сингулярные лазерные пучки с фазовой особенностью или дислокацией волнового фронта. У таких пучков вектор Умова–Пойнтинга (поток мощности) вращается по спирали вокруг точек фазовой сингулярности. С помощью амплитудной дифракционной решётки с «вилкой» или спиральной фазовой пластинки формируют оптические вихри или сингулярные лазерные пучки.



В данной работе впервые сообщается о закручивании фемтосекундных лазерных филаментов в монокристалле NaF. Свечение созданных фемтосекундным излучением ЦО визуализирует винтовые каналы, образованные фемтосекундными филаментами. На рис. 3 показаны закрученные люминесцирующие треки с ЦО. Верхняя и средняя фотографии, полученные с помощью цифровой камеры, демонстрируют свечение каналов, образованных при условиях, изложенных в разделе 1. Места закрученности лазерных каналов показаны белыми стрелками на рис. 3. На нижнем фото (рис. 3), полученном с помощью конфокального люминесцентного микроскопа MicroTime 200, показаны треки «закрученных» филаментов в кристалле NaF, образованных в результате множественной филаментации. Они визуализируются за счет люминесценции  $F_2$  и  $F_3^+$  центров, возбуждаемой лазером с длиной волны 470 нм.



***Рисунок 3. «Закрученные» фемтосекундные треки при разных условиях внешней фокусировки в NaF (верхний и средний), конфокальное люминесцентное изображение «закрученных» треков филаментов в NaF (нижнее фото)***

«Закрученные» филаменты были получены путем специальных условий, созданных при облучении. В эксперименте использовалась длиннофокусная линза ( $f=30$  см). Средний канал создавался, когда фокус линзы находился в области выходной поверхности кристалла NaF (рис. 3 слева). Входная поверхность кристалла представляет собой

светящуюся линию справа на верхнем и среднем фото рис. 3. При облучении верхнего канала (рис. 3) фокус фемтосекундного луча находился на 0,5 см дальше выходной поверхности кристалла.

«Закручивание» света вокруг направления распространения лазерного луча происходит при искажении исходно плоского фронта волны; искажение формирует спираль из фронтов импульса вокруг центральной линии распространения луча. Закручивание вызывают винтовые и краевые дислокации фронта импульса света, появляющиеся при искажении исходной волновой поверхности.

В проделанном в данной работе эксперименте искажение волнового фронта вызвано, очевидно, прохождением света через линзу. В эксперименте центр линзы не находится на центральной оси луча (ось  $Z$ ) в случае параксиального распространения лазерного излучения, и линза имеет наклон. В этом случае сфокусированный луч не будет проходить через ось  $Z$ , и не будет параллельным оси  $Z$ , и, следовательно, будет нести орбитальный угловой момент относительно оси  $Z$ . Искажение волнового фронта может быть обусловлено и дефектами поверхности в местах входа фемтосекундного луча в кристалл. Однако, изучение поверхности кристалла в местах входа фемтосекундного лазерного луча в кристалл показало ее однородность. Поэтому причина закручивания остается связанной с геометрией эксперимента.

### Список литературы:

1. Брюквина Л.И., Мартынович Е.Ф. Люминесценция и поглощение новых центров окраски в  $\gamma$ -облученном фториде магния // Известия вузов. Физика. — 2013. — Т. 56, — № 2/2. — С. 73—76.
2. Зилов С.А. Периодическая структура в распределении центров окраски в филаменте, образованном при облучении фемтосекундным лазером кристаллов  $MgF_2$  / С.А. Зилов, Л.И. Брюквина и др. // Известия вузов. Физика. — 2013. — Т. 56, — № 2/2. — С. 153—159.
3. Allen L., Padgett M.J., Babiker M. The orbital angular momentum of light // Prog. Opt. — 1999. — Vol. 39. — P. 291—372.
4. Calvo G.F., Picón A., Bagan E. Quantum field theory of photons with orbital angular momentum // Phys. Rev. A. — 2006. — Vol. 73. — № 1. — P. 013805—013815.
5. Fibich G., Eisenmann S., Ilan B., Zigler A. Control of multiple filamentation in air // Opt. Lett. — 2004. — Vol. 29. — № 15. — P. 1772—1774.

## СЕКЦИЯ 3.

## БИОЛОГИЯ

### 3.1. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

#### ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ САММИТА АТЭС-2012

*Касьян Валентина Вадимовна*

*канд. биол. наук, Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского  
Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [valentina-k@yandex.ru](mailto:valentina-k@yandex.ru)*

#### PECULIARITIES OF SUMMER ZOOPLANKTON IN THE WATER WHERE THE CONSTRUCTION OF APEC 2012 OBJECTS

*Kas'yan Valentina*

*candidate. biol. sciences A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology  
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Russia, Vladivostok*

#### АННОТАЦИЯ

Изучены качественный и количественный состав зоопланктона в районах строительства объектов саммита АТЭС-2012 в летний период 2010 г. Обнаружено 12 таксономических групп зоопланктона, среди которых по плотности доминировали Copepoda (9 видов) и Cladocera (4 вида). Плотность зоопланктона варьировала от 3611 до 7540 экз./м<sup>3</sup>. Показано, что наличие белого мучнистого налета на поверхности тела зоопланктонных животных указывает на огромное количество мелкодисперсной неорганической взвеси в воде в процессе строительства.

## ABSTRACT

The qualitative and quantitative composition of zooplankton in the water where the construction of APEC–2012 objects was investigated during the summer period of 2010. The study revealed 12 taxa of zooplankton. The numerically dominant group were Copepoda (9 species) и Cladocera (4 species). The density of zooplankton varied from 3611 to 7540 indiv./м<sup>3</sup>. The white powdery residue on the surface of a body of zooplankton was the result of an enormous amount of fine inorganic sediments during construction.

**Ключевые слова:** зоопланктон; состав; плотность; распределение; АТЭС-2012; Владивосток; Японское море.

**Keywords:** zooplankton; composition; density; distribution; APEC–2012; Vladivostok; Sea of Japan.

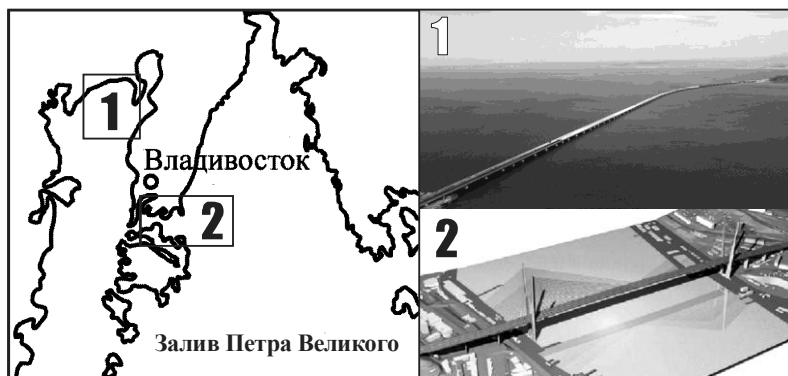
24-й саммит АТЭС, прошедший во Владивостоке 2 сентября 2012 г., впервые за всю историю организации проходил в России. С 2009 г. в рамках подготовки к саммиту возводилось более 50 объектов. Наиболее глобальными из них стали вантовый мост через пролив Босфор Восточный к острову Русский, вантовый мост через бухту Золотой Рог, низководный мост Де-Фриз — Седанка, а также новый кампус Дальневосточного федерального университета. В процессе такого крупномасштабного строительства риск проникновения и распространения мелкозернистых строительных смесей в прибрежные воды резко возрастет. В связи с этим специалистами Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН в 2010 г. была проведена работа по исследованию населения прибрежных акваторий.

Цель настоящей работы — изучение видового состава, обилия и особенностей распределения представителей зоопланктона в районах строительства низководного моста Де-Фриз — Седанка и вантового моста через пролив Босфор Восточный к острову Русский.

### Материал и методика

Планктонные пробы были собраны с борта НИС «Профессор Насонов» 25 июня 2010 г. на 3 станциях в северной части Амурского залива в районе строительства низководного моста Де-Фриз — Седанка (район 1) и 01 сентября 2010 г. на 2 станциях в проливе Босфор Восточный в районе строительства вантового моста через пролив Босфор Восточный к острову Русский (район 2) (рис. 1). Планктон облавливали сетью “Джеди” (площадь входного отверстия 0,1 м<sup>2</sup> и фильтрующее сито с ячейей 168 мкм). В первом районе протягивали ее параллельно поверхности воды на расстоянии 50 м

(горизонтальный поверхностный лов), а во втором — с глубины 20 м до поверхности. Пробы фиксировались 4 % раствором формальдегида. Всего было собрано и обработано 5 планктонных проб. При камеральной обработке *Soropoda* и *Cladocera* определяли, по возможности, до вида, остальные группы зоопланктона — до более крупных таксонов. Количественный подсчет проводили в соответствии со стандартными гидробиологическими методиками.



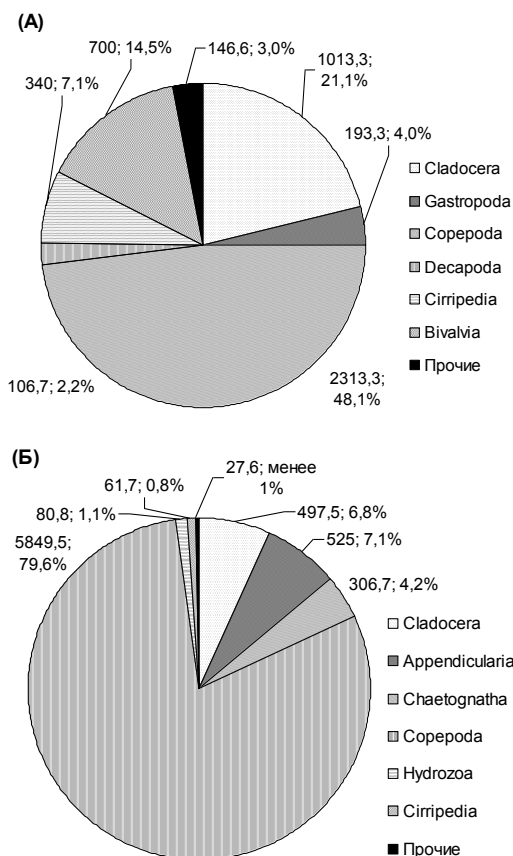
**Рисунок 1. Районы работ. 1 — район строительства низководного моста Де-Фриз — Седанка; 2 — район строительства вантового моста через пролив Босфор Восточный**

### Результаты и обсуждение

В исследуемых районах обнаружены представители 12 таксономических групп зоопланктона: *Soropoda*, *Cladocera*, *Chaetognatha*, *Mysidacea*, *Appendicularia*, *Hydrozoa*, личиночные формы донных беспозвоночных *Polychaeta*, *Gastropoda*, *Decapoda*, *Bivalvia*, *Echinodermata* и *Cirripedia*, а также икра и молодь рыб.

Из них наиболее представительными были веслоногие ракообразные (*Soropoda*) (в районе 1 их средняя доля составила 48,1 %, в районе 2 — 79,6 % от общей плотности). Субдоминировали ветвистоусые ракообразные — *Cladocera* (*Pleopis polyphemoides*, *Evadne nordmanni*, *Pseudevadne tergestina*, *Penilia avirostris*). На их долю приходилось в среднем в районе строительства низководного моста — 21,1 %, в районе строительства вантового моста — 6,8 % от общей плотности. Несколько меньший вклад вносили личинки донных беспозвоночных *Bivalvia*, *Cirripedia* и *Gastropoda* (соответственно в первом районе их средняя доля составила 14,5; 7,1 и 4,1 %, во втором — менее 1 % от общей плотности). Далее следовали

аппендикулярии — Appendicularia (во втором районе 7,1 % от общей плотности) и щетинкочелюстные — Chaetognatha (в первом — менее 1 %, во втором — 4,2 % от общей плотности. На долю остальных групп зоопланктона приходилось в среднем не более 1 % (рис. 2). Для исследованных акваторий общими были 10 таксономических групп зоопланктона (в районе строительства низководного моста отсутствовали Appendicularia и Echinodermata, а в районе строительства вантового моста — Mysidacea и Bivalvia).



**Рисунок 2. Изменение плотности (экз./м³) и доли (%) таксономических групп зоопланктона в районах 1 (А) и 2 (Б)**

Плотность зоопланктона находилась в пределах от 3611 (район 1) до 7540 экз./м<sup>3</sup> (район 2). Наибольшие значения плотности (7157—7540 экз./м<sup>3</sup>) зоопланктона были отмечены на станциях, расположенных в проливе Босфор Восточный, где сказывается влияние Уссурийского залива, воды которого относительно «чистые» и богатые зоопланктоном. Наименьшие значения плотности (3611—4250 экз./м<sup>3</sup>) наблюдались в северной части Амурского залива, где низкая гидродинамика вод и невысокое планктонное разнообразие.

В зоопланктоне исследованных акваторий обнаружено 9 видов веслоногих ракообразных (Copepoda), относящихся к 7 родам, 6 семействам и 2 отрядам этих животных. Наиболее представительными оказались роды *Acartia* и *Oithona* — по 2 вида, остальные роды насчитывали не более 1 вида. Среди найденных копепод преобладали морские виды — 86 % (эвригалинные — 14 %), а по отношению к биотопу — неритические (74 %). При этом биогеографический состав был разнообразен — обнаруженные виды относились к 5 биогеографическим подразделениям, а преобладали тропическо-субтропические виды (в первом районе их доля составила 68 %, а во втором — 90 %). В составе зоопланктона первого района зарегистрировано 7 видов веслоногих ракообразных, во втором — 6. Для исследованных акваторий общими были 4 вида (*Centropages tenuiremis*, *Acartia omorii*, *Oithona similis* и *Oithona brevicornis*).

Сложившаяся система течений постоянно вносит в северную часть Амурского залива распреснённые воды из реки Раздольная. Такое влияние было отмечено в районе строительства низководного моста, где плотность эвригалинного вида копепод *Eurytemora pacifica* достигала 40 экз./м<sup>3</sup>, а в других районах вид отсутствовал. Кроме того, обнаружение в пробах кладоцеры *Pleopis polyphemoides* — индикатора значительного загрязнения вод [1] — указывает на высокую интенсивность антропогенной евтрофикации прибрежных вод северной части Амурского залива.

Преобладание тепловодных видов копепод — неритического *Oithona brevicornis* (более 4000 экз./м<sup>3</sup>) и эпипелагического *Paracalanus parvus* (более 2500 экз./м<sup>3</sup>) — наблюдали в районе строительства вантового моста. Здесь сказывается влияние открытых вод залива Петра Великого.

Обнаружение белого мучнистого налета на поверхности тела зоопланктонных животных в пробах из обоих районов свидетельствует о наличии в воде огромного количества мелкодисперсной неорганической взвеси. Таким образом, загрязнение прибрежных вод в процессе строительства может спровоцировать нарушение дыхания

животных, что в свою очередь приведет организм к смерти [2, с. 238], а в последствии к опустошению кормовой базы для прибрежных рыб.

### **Список литературы:**

1. Милейковский С.А. Обзор советских исследований по влиянию антропогенного фактора на естественные сообщества морского и эстуарного зоопланктона и нейстона // Биология моря. — 1981. — № 4. — С. 3—11.
2. Физиология животных. Механизмы и адаптация / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин. Пер. с англ. Н.Н. Алипова, М.И. Харченко. — Под ред. Т.М. Турпаева. М.: Мир, — 1992. — Т. 2. — 343 с.

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Каурова Злата Геннадьевна*

*канд. биол. наук, доцент СПбГАВМ,  
РФ, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [6zlata@mail.ru](mailto:6zlata@mail.ru)*

## **THE MODERN CONDITION OF ECOLOGICAL NORMATIVE SYSTEM OF POLLUTION THE ENVIRONMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION**

*Zlata Kaurova*

*candidate of biological science, associate professor  
of Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine,  
Russia, Saint-Petersburg*

### **АННОТАЦИЯ**

На основе анализа источников экологического права Российской Федерации в статье рассмотрены вопросы нормирования в сфере загрязнения окружающей среды.



## ABSTRACT

Based on the analysis of the sources of environmental law of the Russian Federation in the article the questions of regulation in the sphere of environmental pollution are considered.

**Ключевые слова:** экологическое нормирование; состояние окружающей среды; законодательство.

**Keywords:** ecological regulation; state of the environment; the law.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природного потенциала в Российской Федерации постепенно входит в число приоритетных направлений социально-экономического развития. Основу эффективности природопользования и мероприятий по охране окружающей природной среды (далее ОПС) составляет процесс создания и правового обеспечения системы ограничений, направленных на снижение антропогенной нагрузки. Согласно ст. 19 Федерального закона «Об охране окружающей среды», нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности [6]. Нормативные документы в области охраны ОПС задействованы в процессе осуществления таких административных процедур, как оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экологический контроль, экологическая экспертиза и экологический аудит. Основная цель нормирования качества ОПС — установление предельно допустимых норм воздействий человека на ОПС. Эти нормы должны гарантировать экологическую безопасность населения, и наряду с этим способствовать ресурсосбережению и воспроизводству природных ресурсов. Нормативы качества ОПС наделены не только экологическим, но и экономическим содержанием, поскольку являются основанием системы начисления платежей за загрязнения ОПС. А эта система, свою очередь, является ключевым звеном механизма компенсации за нанесенный природопользователями ущерб.

История отечественного нормирования берет свое начало в 1939 г., когда в СССР были утверждены нормы ПДК вредных веществ в питьевой воде, в 1949 г. к ним были добавлены нормативы ПДК для атмосферного воздуха и почв [5]. Таким образом, в первую очередь были определены нормативы пригодных для жизни человека условий окружающей среды, что отражало антропоцентрический подход к вопросам природопользования и природоохраны. Описанные

выше нормы дали старт формированию системы санитарно-гигиенического нормирования, которая в настоящее время регламентируется Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [7]. По некоторым оценкам, сейчас число нормирующих состояние ОПС документов превышает 2,5 тыс.

Процесс разработки нормативов включает в себя сбор и анализ информации об объекте ОПС, оценку текущего состояния этого объекта с учетом экологических и санитарно-гигиенических требований, а так же развернутую характеристику источников антропогенного воздействия. В обязательном порядке при разработке нормативов принимаются к сведению природные особенности территории, устойчивость экосистем к антропогенным воздействиям и способность ее к самоочищению и восстановлению. Дополнительно учитывается категория целевого использования природного объекта [2].

Нормативы качества ОПС определяются несколькими основными параметрами:

- научно-техническим, определяющим способность технически контролировать соблюдение пределов воздействия по всему набору параметров;
- медицинским, определяющим пороговый уровень угрозы здоровью человека;
- технологическим, обуславливающим способность экономики обеспечить выполнение установленных пределов воздействия на человека и ОПС [1].

Основной группой нормативов являются санитарно-гигиенические нормативы, в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», устанавливающие допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующее тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека [7]. К этой группе относятся нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ и организмов, предельно допустимых уровней (ПДУ) радиационного воздействия и нормативы санитарно-защитных зон (СЗЗ). Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы действуют на всей территории Российской Федерации, и обязательны для соблюдения всеми государственными органами и общественными объединениями, предприятиями или иными субъектами.

Помимо санитарно-гигиенических нормативов в систему экологического нормирования включены экологические нормативы. Это нормативы предельно допустимых выбросов, сбросов вредных веществ (ПДВ, ПДС), а так же предельно допустимые уровни (ПДУ) вредного физического воздействия на человека. В последнее время широко распространена практика использования лимитов временно согласованных выбросов (ВСВ) для источников загрязнения, которые без модернизации технологий не могут находиться в рамках, очерченных ПДВ и ПДС. Повсеместное использование лимитов для нормирования антропогенного воздействия, однако, не обеспечивает надлежащее качество защиты ОПС и нарушает, таким образом, конституционное право граждан на благоприятную среду обитания. А значит, злоупотреблять такого рода практикой категорически не следует, тем более, что она вступает в противоречие с курсом государства на инновационную модернизацию и экологизацию производственной сферы.

Регламентированы законом также предельно допустимые нормы применения минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста, агрохимикатов, остаточных количеств химических веществ в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. К этой же категории нормативов относят технологические, строительные, градостроительные правила. Закон об охране ОПС выделяет еще одну чрезвычайно важную группу экологических нормативов — предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН) на природную среду. Этими нормативами определяются размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы или природные комплексы, не приводящего к нарушению экологических функций природной среды. И разрабатываются они с учетом хозяйственной или рекреационной нагрузки на природные ресурсы.

Согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления», в целях предотвращения негативного воздействия отходов на ОПС вводятся нормативы образования отходов производства и потребления и устанавливаются лимиты на их размещение [4].

Существующая система нормирования вызывает в последнее время ряд разнообразных нареканий. Многие стандарты и нормативы разрабатывались еще во времена СССР, когда количественные и качественные показатели антропогенного воздействия на ОПС, существенно отличались от современных. По мнению ряда авторов, в России ПДК соответствуют нижним пороговым значениям, рекомендованным Всемирной организацией здравоохранения [9]. Сейчас,

согласно действующему природоохранному законодательству, нормативы в области ОПС устанавливаются отдельно для каждой природной среды, такой подход не учитывает трансграничную миграцию загрязняющих веществ, процесс их накопления и суммарные концентрации в окружающей среде. Таким образом, оценка ущерба, наносимого в процессе природопользования, выполненная на основании этих нормативов, выглядит не достаточно корректной.

Отмечается, что российская система нормирования в области охраны окружающей среды не в полной мере выполняет свои функции, не создает условий для обеспечения устойчивого функционирования естественных или сложившихся экологических систем, сохранения биологического разнообразия, предотвращения негативного воздействия на ОПС в результате осуществления хозяйственной деятельности [8].

Таким образом, в настоящий момент назрела необходимость пересмотра и модернизации действующих нормативных документов в области охраны окружающей среды и системы нормирования в целом.

Одним эффективных подходов к созданию современной системы экологического нормирования может оказаться постепенный переход к внедрению системы нормирования по принципу «наилучших доступных технологий без чрезмерных затрат» (Best available techniques not entailing excessive costs (BATNEEC)). В данном случае под «технологиями» понимается весь жизненный цикл производственного объекта от проектирования до утилизации. Внедрение этого принципа в большинстве европейских стран положило начало разработке высоко востребованных отраслевых справочников «наилучших существующих технологий» (Best Available Techniques REferences — BREF). Эти справочники представляют собой документы, содержащие пошаговое описание «наилучших существующих технологий» для многих отраслей промышленности и используются компетентными органами при выдаче природопользователям природоохранных разрешений на право хозяйственной деятельности, а также самими хозяйствующими субъектами при формировании своей экологической политики [3]. Значимым является, что любая выбранная из справочника норма является не догмой, а авторитетной, научно обоснованной, тщательно проработанной комплексной основой для установления гибкого баланса между интересами предприятий, государства и граждан. Применение этого механизма в странах Евросоюза привело не только к снижению уровня загрязнения ОС, но и явилось катализатором ускоренного технологического развития. В Российской Федерации сейчас только начинает формироваться нормативно-правовая база для перехода

к нормированию негативного воздействия на ОПС на основе «наилучших существующих технологий». Но уже сейчас очевидно, что переход к комплексной оценке воздействия природопользователя на окружающую среду, с выдачей единого разрешения на определенный срок, позволит разрешить ряд насущных проблем в области природопользования.

### **Список литературы:**

1. Гарин В.М. и др. Обращение с опасными отходами: Учеб. пособие. М.: ТК "Велби"; Изд-во "Проспект", 2006. — С. 59.
2. Гейт Н.А. Экологический контроль и нормирование загрязнения окружающей среды как факторы эффективности природоохранной деятельности // Общество и право. — 2011. — № 3. — С. 159—164.
3. Приказ Росстандарта от 23.12.2010 № 983-ст «Об утверждении национального стандарта ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".
4. Приказ Ростехнадзора от 19.10.2007 № 703 «Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» //Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти", — № 15, — 2008, — 200 с.
5. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. — 128 с.
6. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 12.03.2014) «Российская газета», — № 6, — 12.01.2002, — 39 с.
7. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // Собрание законодательства РФ. — 1999. — № 14. — Ст. 1650.
8. Хлуденева Н.И. Система природоохранного нормирования в России: направления модернизации // Журнал российского права. — 2011. — № 12. — С. 41.
9. Экологические проблемы России. Предложения для обсуждения на съезде. М.: Центр экологической политики России, 1999. — 18 с.

## ГОРОХ И ФАСОЛЬ — БИОИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Лыгин Сергей Александрович**

*канд. хим. наук, доцент Бирского филиала  
Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск  
E-mail: [lygins@mail.ru](mailto:lygins@mail.ru)*

**Пурина Елена Сергеевна**

*канд. биол. наук, старший преподаватель Бирского филиала  
Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск  
E-mail: [lygins@mail.ru](mailto:lygins@mail.ru)*

**Лыгина Раиса Ивановна**

*старший преподаватель факультета биологии и химии Бирского  
филиала Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск  
E-mail: [lygins@mail.ru](mailto:lygins@mail.ru)*

## PEAS AND BEANS — BIOINDICATORS OF HEAVY METALS

**Sergei Lygin**

*candidate of chemistry, associate professor  
Birsk branch of the Bashkir State University,  
Russia, Birsk*

**Elena Purina**

*candidate of biological sciences, Senior lecturer,  
Birsk branch of Bashkir State University,  
Russia, Birsk.*

**Raisa Lygina**

*senior Lecturer, Department of Biology  
and Chemistry Birsk branch of Bashkir State University,  
Russia, Birsk*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос влияния солей тяжелых металлов на прорастание семян фасоли и гороха. Установлено, что соль кадмия наиболее угнетающе действует на исследуемые образцы семян. Талая вода с остановки «Центр» также угнетающе действует на прорастание семян, указывая на возможное нахождение соли кадмия. Водопроводная вода более благоприятно действует на прорастание семян.

## ABSTRACT

The article considers the influence of salts of heavy metals on the germination of seeds of beans and peas. It is established that salt cadmium most depressing effect on the studied samples of seeds. Melt water from the stop "Center" is also depressing effect on the germination of seeds, indicating the possible presence of salts of cadmium. Tap water is more beneficial for the germination of seeds.

**Ключевые слова:** источник воды; тяжелые металлы; растворы солей; биосфера; экология.

**Keywords:** source of water; heavy metals; salt solutions; biosphere; ecology.

Биосфера — оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов. Воздействие человека на биосферу чаще всего приводит к созданию искусственных экосистем с существенно измененным химическим составом.

Среди загрязнителей химической природы особое экологическое, биологическое и медико-санитарное значение имеют тяжелые металлы (ТМ) — металлы, имеющие относительную атомную массу более 40 и плотность более 5 г/см<sup>3</sup>.

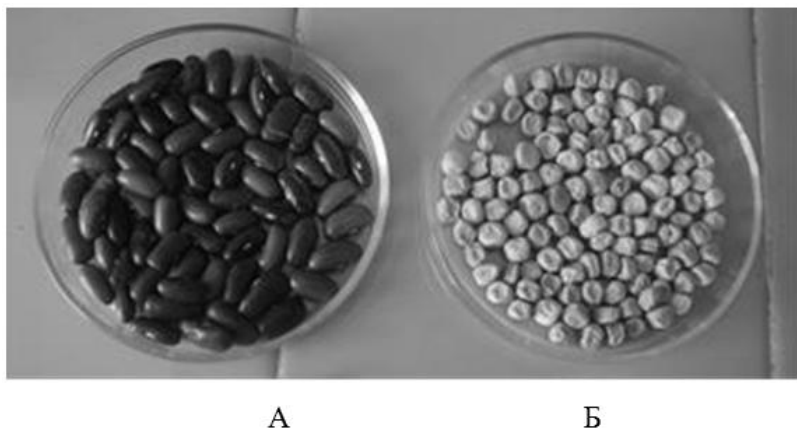
Для биологической классификации целесообразным является разделение не по плотности, а по атомной массе. Многие металлы из этой группы (медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, железо) являются микроэлементами, которые в малых количествах, оказывают позитивное и негативное влияние — в больших концентрациях на рост и развитие живых.

Одним из основных методов оценки состояния окружающей среды является биоиндикация, широко применяемая в настоящее время.

Основным преимуществом биоиндикации является то, что данный метод позволяет получить интегральную токсикологическую

характеристику природных средств, независимо от состава загрязняющих веществ. Метод весьма прост и доступен, приобрел популярность и внедряется повсеместно [1].

Цель данного исследования — изучить возможность применения семян гороха и фасоли (семейство бобовые) в качестве биоиндикаторов для оценки фитотоксичности воды, содержащей ТМ (рис. 1). Показателем изменения морфологических свойств использовалась длина корешков гороха и фасоли, пророщенных в чашках Петри на фильтровальной бумаге [2].



**Рисунок 1. Семена: А — фасоль посевная; Б — горох посевной**

Семена проращивались в темном месте при комнатной температуре. В ходе эксперимента были заложены опыты с использованием воды различных источников:

- T1 — снег остановки «Центр» — талая вода;
- T2 — снег парка «Соколов» — талая вода;
- T3 — родник «Три братца» — ключевая вода;
- T4 — водопровод «общ. № 1»;
- T5 — контроль «дистиллированная».

Для сравнительной характеристики были заложены образцы фасоли и гороха с замачиванием в растворе с определенной концентрацией солей ТМ:

$$C_M (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \%;$$

$$C_M (\text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \%;$$

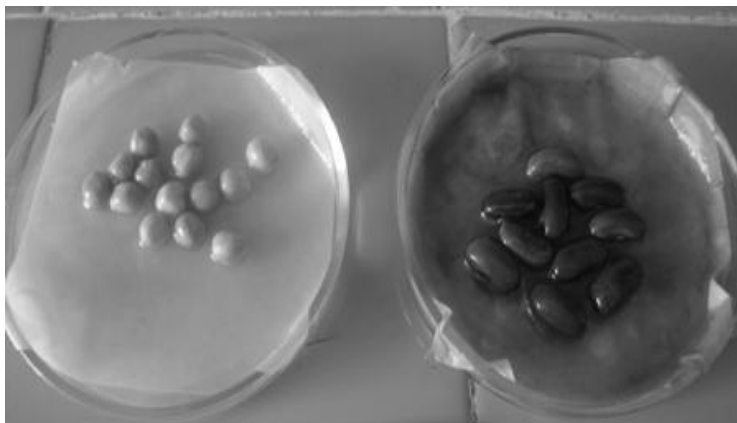
$$C_M (\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \%.$$



Эксперимент продолжался в течение 96 часов (4 суток) и завершился измерением длины корешков всех проросших семян гороха и фасоли.

Раствор соли кадмия (0,1 %  $\text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ ) оказал наиболее губительное влияние на семена гороха и фасоли.

Корешки не были обнаружены, в редких случаях прорастание семени было весьма незначительно (длина корешков едва доходило 0,3 см, проростки слабые, тонкие). Похожая ситуация была у образцов семян, проросших в талой воде, что свидетельствует о содержании соли кадмия на выбранной нами территории (обочина дороги) (рис. 2).



***Рисунок 2. Образцы гороха и фасоли, пророщенные в растворе соли кадмия***

Влияние раствора соли меди на семена не оказало существенного влияния. Часть семян проросло весьма неплохо. С использованием раствора цинка были получены хорошие результаты (проростки короткие, но толстые, прорастивание семян составило 80 %). Все это говорит о стойкости семян к небольшому воздействию солей ТМ. Результаты биотестирования приведены в таблице 1.

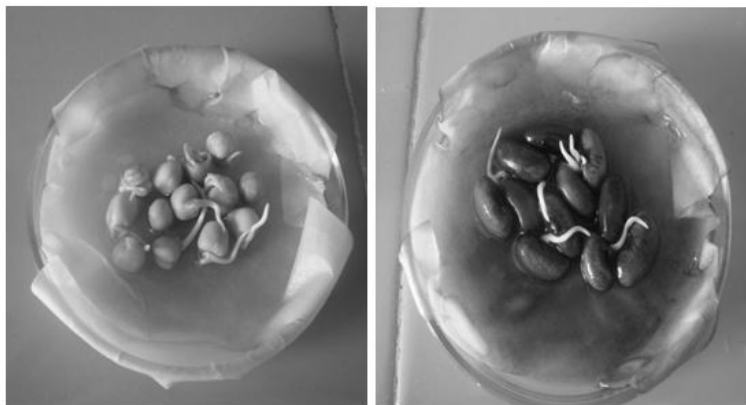
*Таблица 1.*

**Результаты биотестирования**

Время проращивания, день		Источники вод	Признаки	Семена	
фасоль	горох			фасоль	горох
4	4	Т5	Длина корешков, см	1	1
			Проращивание, %	100	100
4	4	Т4	Длина корешков, см	1	1
			Проращивание, %	100	100
6	6	Т1	Длина корешков, см	0,3	0,3
			Проращивание, %	слабые, тонкие 60	слабые, тонкие 60
4	4	Т2	Длина корешков, см	0,6—0,8	0,6—0,8
			Проращивание, %	толстые с видимым озеленением, 70	толстые с видимым озеленением, 70
4	4	Т3	Длина корешков, см	короткие, но толстые,	короткие, но толстые,
			Проращивание, %	80	80

Неплохие результаты были получены в образцах семян, пророщенных в талой парке «Соколок» и ключевой воде — 70 %. Длина корешков достигала 0,6—0,8 см, проростки толстые с видимым озеленением.

Образцы семян с использованием дистиллированной и водопроводной воды дали наилучшие результаты. Проростки были видны в довольно ранний срок, по сравнению с другими образцами, длина всех корешков составляла 1 см. Видимых морфологических изменений нет. Наблюдалось 100 % проращивание семян (рис. 3).



А

Б

***Рисунок 3. Проростки семян: А — горох в дистиллированной воде;  
Б — фасоль в водопроводной воде***

Биотестирование показало возможность применения семян бобовых при оценке качества сточных вод, содержащих ионы ТМ.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что более пагубное влияние на растительный мир оказывают соли кадмия. Влияние растворов солей меди и цинка на семена гороха и фасоли не вызвало морфологических изменений.

### **Список литературы:**

1. МЭСК — 2011. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.nsu.ru/conf/ecol/mesc2011/docs/IESC\\_2011.pdf](http://www.nsu.ru/conf/ecol/mesc2011/docs/IESC_2011.pdf) (дата обращения 20.03.2014).
2. Руководство к лабораторным и практическим занятиям. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1579/6/1333217\\_guide.pdf...](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1579/6/1333217_guide.pdf...) (дата обращения 25.05.2013).

## СЕКЦИЯ 4.

### ХИМИЯ

#### 4.1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

#### ЭКСТРАКЦИЯ «В ТОЧКЕ ПОМУТНЕНИЯ» И ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАСИТЕЛЯ E110 В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

***Шестопалова Наталия Борисовна***

*аспирант, Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского,  
РФ, г. Саратов  
E-mail: [shestopalovanb@yandex.ru](mailto:shestopalovanb@yandex.ru)*

***Чернова Римма Кузьминична***

*д-р. хим. наук, профессор  
Саратовского государственного университета  
им. Н.Г. Чернышевского,  
РФ, г. Саратов  
E-mail: [chernov-ia@yandex.ru](mailto:chernov-ia@yandex.ru)*

***Токарева Мария Евгеньевна***

*студент, Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского,  
РФ, г. Саратов*

# CLOUD POINT EXTRACTION AND PHOTOMETRIC DETERMINATION OF DYE E110 IN FOOD

*Natalya Shestopalova*

*graduate student, Saratov State University,  
Russia, Saratov*

*Rimma Chernova*

*dr. Sc. (Chemistry), Professor, Saratov State University  
Russia, Saratov*

*Maria Tokareva*

*student, Saratov State University,  
Russia, Saratov*

## АННОТАЦИЯ

В работе предложен метод экстракции «в точке помутнения» с использованием системы (ОП-10)-H<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при температуре 25 °С для извлечения и спектрофотометрического определения синтетического красителя E110 (желтый «солнечный закат»). Исследованы: влияние концентрации ПАВ, электролита и красителя на параметры извлечения аналита. Метод применен для определения E110 в безалкогольном напитке «Оранже».

## ABSTRACT

In this paper we propose «a cloud point extraction» using the system (OP-10)-H<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 25 °C for the preconcentration and spectrophotometric determination of synthetic dye E110 («sunset yellow»). The effect of concentration of surfactants, electrolyte and dye on parameters of the extraction of analytes was studied. The method was applied to the determination E110 in soft drink «Orange».

**Ключевые слова:** экстракция «в точке помутнения»; ОП-10; пищевой краситель E110 желтый «солнечный закат»; спектрофотометрия.

**Keywords:** cloud point extraction; OP-10, food dye E110 sunset yellow; spectrophotometry.

## Введение

Синтетический пищевой краситель E110 (желтый «солнечный закат») широко применяется для придания, усиления или восстановления окраски при производстве многих пищевых продуктов.

Независимо от применяемого метода определения, необходима предварительная стадия извлечения красителя из сложной матрицы пищевых продуктов. Для этого в настоящее время применяют твердофазную экстракцию [1], органические растворители [2], неионные ПАВ [4].

Нами исследована возможность извлечения красителя E110 методом мицеллярной экстракции «в точке помутнения» с помощью неионного ПАВ ОП-10.

#### **Экспериментальная часть**

**Реагенты и аппаратура.** В работе использовали полиоксипропилированный алкилфенол — ОП-10 [ $C_nH_{2n+1}C_6H_4O-(C_2H_4O)_mH$  ( $n=8-10$ ,  $m=10-12$ )] (80 % основного вещества (ГОСТ 8433-81)); краситель E110 (70% основного вещества),  $Na_2SO_4$  (ч.д.а.). Исходные растворы готовили растворением точных навесок соответствующих веществ в бидистиллированной воде.

Все исследования, связанные с изучением и применением системы (ОП-10)- $H_2O$ - $Na_2SO_4$ , проводились при следующих условиях: исходный объем водного раствора ОП-10 ( $V_0$ ) составлял 10 мл;  $C(ОП-10) = 10\%$ ;  $m(Na_2SO_4) = 0,84$  г;  $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ; время фазообразования — 30 минут.

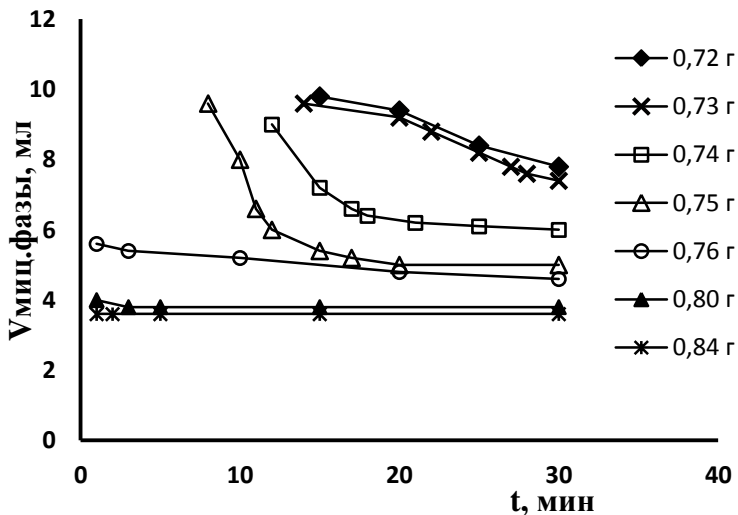
Светопоглощение растворов измеряли с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-1800 ( $\lambda_{\max} = 483$  нм).

#### **Результаты и их обсуждение**

##### ***Фазовое расслоение в системе (ОП-10)- $H_2O$ - $Na_2SO_4$***

Экстракция «в точке помутнения» основана на разделении фаз в растворах ПАВ при воздействии ряда факторов (температура, кислотность среды, добавки неорганических солей, некоторых органических веществ). Для целей извлечения и концентрирования аналитов используется фаза, обогащенная ПАВ, с определенными физико-химическими характеристиками: минимальным компактным объемом; скоростью формирования (не более 30 мин); вязкостью, позволяющей легко разделять водную и мицеллярную фазы; оптической прозрачностью в УФ- и видимой областях спектра.

Нами исследовано фазовое расслоение в системе (ОП-10)- $H_2O$ - $Na_2SO_4$  ( $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ) при варьировании концентрации  $Na_2SO_4$  (рис. 1).



**Рисунок 1. Зависимость объема мицеллярной фазы от времени расслоения в системе (ОП-10)-H<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при разных массах соли**

Как видно из рис. 1, увеличение массы Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> от 0,72 до 0,84 г приводит к уменьшению объема прозрачной, компактной мицеллярной фазы и сокращению времени ее формирования. Однако увеличение массы соли больше 0,84 г в исходном объеме приводит вначале к образованию мутной фазы, которая через 60 мин. становилась прозрачной.

**Экстракция «в точке помутнения» синтетического красителя E110.** Оценивались параметры экстракции красителя E110 из водных растворов: степень извлечения (R, %) и коэффициент распределения (D) [3] при разных концентрациях экстрагента, высаливателя и аналита. Наиболее полное извлечение красителя при сохранении оптимальных характеристик мицеллярной фазы наблюдали при использовании 10 %-ных растворов ОП-10, для которых значения D и R составили  $58 \pm 3$  и  $99,1 \pm 0,4$  %, соответственно.

Увеличение концентрации Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, как видно из табл. 1, приводит к более полному переходу красителя в ПАВ-обогащенную фазу. С уменьшением концентрации красителя в растворе повышается степень его извлечения.

**Таблица 1.**

**Зависимость параметров экстракции красителя E110  
от массы высаливателя**

<b>m(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), г</b>	<b>D</b>	<b>R, %</b>
0,75	24 ± 2	97,6 ± 2,2
0,80	57 ± 4	98,6 ± 1,4
0,82	58 ± 3	99,1 ± 0,4
0,84	74 ± 3	99,3 ± 0,5

На основании полученных результатов была разработана методика экстракционно-фотометрического определения E110 в газированном напитке «Оранж» (Россия), в котором, вследствие его мутности, непосредственное спектрофотометрическое определение красителя невозможно.

Напиток предварительно дегазировали перемешиванием. Для проведения мицеллярной экстракции в пробирку помещали 1 мл напитка и 4 мл дистиллированной воды. К полученному раствору добавляли 0,84 г безводного сульфата натрия. Смесь тщательно перемешивали до полного растворения соли. Полученный раствор помещали в шприц объемом 10 мл. В этот же шприц добавляли 5 мл исходного 20 % раствора ОП-10. Смесь в шприце тщательно перемешивали, термостатировали 30 минут при 25 °С. Мицеллярную фазу отделяли от водной, разбавляли до 5 мл дистиллированной водой и измеряли светопоглощение полученного раствора при  $\lambda_{\text{max}} = 483 \text{ нм}$  (табл. 2). Время проведения анализа — 45 минут.

**Таблица 2.**

**Результаты определения красителя E110 в напитке «Оранж»  
и проверка правильности определения методом  
«введено-найдено» (n=3; P= 0,95)**

<b>Введено E110, мг/л</b>	<b>Найдено E110, мг/л</b>	<b>S<sub>r</sub></b>	<b>δ, %</b>
—	49,1 ± 2,5	0,02	5,1
70,0	69,3 ± 2,4	0,08	3,5
140,0	138,3 ± 2,8	0,02	2,0

Содержание красителя E110 в напитке «Оранж» не превышало установленных нормативов (ОДК — 20—50 мг/кг).



### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р 52470-2005. Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в алкогольной продукции. М.: Стандартинформ, 2006. — 28 с.
2. Коренман Я.И., Санникова И.Ю., Суханов П.Т., Колесник А.В. Экстракционно-хроматографическое определение сульфозокрасителей в водных растворах // Журнал аналитической химии. — 2010. — Т. 65 — № 5. — С. 475—480.
3. Основы аналитической химии / Под ред. акад. РАН Золотова Ю.А.. М.: Высшая школа, 1996. — 384 с.
4. El-Shahawi M.S., Hamza A., Al-Sibaai A.A., Bashammakh A.S., Al-Saidi H.M. A new method for analysis of sunset yellow in food samples based on cloud point extraction prior to spectrophotometric determination // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. — 2013. — V. 19. — P. 529—535.

## 4.2. БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### КОМПЛЕКСНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ SYNURUS DELTOIDES (AITON) NAKAI ИЗ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

***Ибатаев Жаркын Абыкенович***

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник  
института прикладной химии, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [zhardisser@mail.ru](mailto:zhardisser@mail.ru)*

***Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы***

*канд. хим. наук, PhD, директор института прикладной химии,  
доцент кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [suleimen\\_em@enu.kz](mailto:suleimen_em@enu.kz)*

***Джалмаханбетова Роза Илемисовна***

*д-р хим. наук, ведущий научный сотрудник  
института прикладной химии, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [rozadichem@mail.ru](mailto:rozadichem@mail.ru)*

***Искакова Жанар Бактыбаевна***

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник  
института прикладной химии, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [zhanariskakova@mail.ru](mailto:zhanariskakova@mail.ru)*

***Хұсайнова Гүлжазира Мұсақызы***

*младший научный сотрудник института прикладной химии,  
студентка 3 курса специальности химия ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [gul-jazira@mail.ru](mailto:gul-jazira@mail.ru)*

**Ишмуратова Маргарита Юлаевна**

*канд. биол. наук, доцент кафедры фармацевтических дисциплин  
Карагандинского университета «Болашак»,  
Республика Казахстан, г. Караганда  
E-mail: [margarita.ishmur@mail.ru](mailto:margarita.ishmur@mail.ru)*

**Горовой Петр Григорьевич**

*академик, профессор, лаборатория хемотаксономии  
Тихоокеанского института биоорганической химии, Дальневосточного  
федерального университета, Ботанический сад ДВО РАН,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [petrgorovov@gmail.com](mailto:petrgorovov@gmail.com)*

**Дудкин Роман Викторович**

*канд. биол. наук, доцент  
Тихоокеанского института биоорганической химии, Дальневосточного  
федерального университета, Ботанический сад ДВО РАН,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [r\\_doudkin@mail.ru](mailto:r_doudkin@mail.ru)*

**COMPREHENSIVE PHYTOCHEMICAL STUDY  
OF SYNURUS DELTOIDES (AITON) NAKAI  
FROM THE FAR EAST**

**Ibatayev Zharkyn**

*candidate of Chem. Science,  
Leading Researcher of the Institute of Applied Chemistry,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

**Suleimen Yerlan**

*candidate of Chem. Science, PhD,  
Director of the Institute of Applied Chemistry ENU,  
Associate Professor of Chemistry Department of L.N. Gumilev ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

**Jalmakhanbetova Roza**

*doctor of Chem. Science,  
Leading Researcher of the Institute of Applied Chemistry ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Iskakova Zhanar***

*candidate of Chem. Science,  
Leading Researcher of the Institute of Applied Chemistry ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Khussainova Gulzhazira***

*junior Researcher of the Institute of Applied Chemistry ENU,  
3th year student of the speciality chemistry of L.N. Gumilev ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Ishmuratova Margarita***

*candidate of biol. Sciences, Assistant Professor of Pharmaceutical Sciences  
Karaganda University "Bolashak",  
Republic of Kazakhstan, Karaganda*

***Gorovoi Peter***

*academician, Professor, Laboratory Chemotaxonomy  
Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Far Eastern Federal University,  
Botanical Garden, FEB RAS,  
Russia, Vladivostok*

***Doudkin Roman***

*candidate of biol. Sciences,  
Assistant Professor of Pacific Institute of Bioorganic Chemistry  
of the Far Eastern Federal University, Botanical Garden Institute  
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Russia, Vladivostok*

***Благодарность***

*Работа выполнена по гранту МОН РК по бюджетным программам 055 «Фундаментальные и прикладные научные исследования» по теме «Фитохимическое изучение растений Казахстана и Сибири. Создание модифицированных производных на основе моно- и сесквитерпеноидов, флаваноидов и их биоскрининг» и «Создание образцов продукции под брендом «Ароматы степей Казахстана». Авторы благодарят Ш. Хан, Б. Теквани и М. Джакоб (университет Миссиссипи, США) за помощь в исследовании биоактивности (грант USDA Agricultural Research Service Specific Cooperative Agreement).*

## АННОТАЦИЯ

Проведено изучение антималярийной, цитотоксической и антирадикальной активности эфирного масла и экстракта *Synurus deltooides* (Aiton) Nakai, определен элементный состав растительного сырья и изучено анатомическое строение.

## ABSTRACT

The study of antimalarial, cytotoxic and antiradical activity of essential oils and extract of *Synurus deltooides* (Aiton) Nakai, definition of elemental composition and anatomy structure of plant material was done.

**Ключевые слова:** антималярийная; цитотоксическая; антирадикальная активность; эфирное масло; хлороформно-этанольный экстракт; элементный состав; анатомическое строение; *Synurus deltooides* (Aiton) Nakai.

**Keywords:** antimalarial; cytotoxic; antiradical activity; essential oil; chloroform-ethanol extract; elemental composition; anatomy; *Synurus deltooides* (Aiton) Nakai.

*Synurus deltooides* (Aiton) Nakai (сростнохвостник дельтовидный) — многолетнее травянистое растение, высотой до 1,5 м, относится к семейству сложноцветных. *S. deltooides* широко распространен в Дальнем Востоке, Северо-Восточной Азии. Цветочные корзинки этого растения использовали в Тибетской медицине при кожных заболеваниях [8].

Надземная часть и экстракт *S. deltooides* широко используется в качестве пищевой добавки, БАД, компонента курительной смеси без никотина [6, 7]. Экстракт *S. deltooides* также обладает противовоспалительным эффектом [1, 3, 4]. Таким образом имеются множество работ по изучению и практическому применению экстрактов и биомасс различных частей *S. deltooides*. Между тем отсутствуют данные по антималярийной, цитотоксической и антирадикальной активности эфирного масла и экстрактивных веществ *S. deltooides*.

В связи с этим нами было изучено сырье — листовые пластинки *S. deltooides*, которое было собрано в сентябре 2013 г. в Шкотовском районе Приморского края на лугу в окрестностях с. Новомосква (Россия).

Эфирное масло получали методом гидродистилляции на аппарате Клевенджера в течение 2-х часов [2].

Экстракт получали кипячением мелкоизмельченных листьев в смеси хлороформ-этанол в соотношении 1:1. Экстрагирование проводили трижды, полученные экстракты объединяли и упаривали на роторном испарителе до густой массы.

Изучение антималярийной активности проводили по методике описанной нами в [9]. Как видно из таблицы 1, спиртовой экстракт *S. deltoides* оказывает слабовыраженную активность в отношении *Plasmodium falciparum* D6.

**Таблица 1.**

**Антималярийная активность эфирного масла и экстракта *S. deltoides***

Образец	<i>P. falciparum</i> D6 % Inh.
Эфирное масло <i>S. deltoides</i>	11
Экстракт <i>S. deltoides</i>	45

Изучение цитотоксической активности проводили по методике описанной нами в [11]. Данные по изучению цитотоксической активности эфирного масла *S. deltoides* приведены в таблицах 2—4.

**Таблица 2.**

**Эфирное масло *S. deltoides* 10 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А,%	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж	погиб.	пар.				
1	23	3	20	6	0	92	77	15	0
2	25	2	19	7	0				
3	24	2	21	4	0				
Ср	24	2	20	6	0				

**Таблица 3.**

**Эфирное масло *S. deltoides* 5 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А,%	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж	погиб.	пар.				
1	23	3	18	6	0	92	80	12	0
2	25	2	20	6	0				
3	24	2	22	3	0				
Ср	24	2	20	5	0				

Таблица 4.

Эфирное масло *S. deltoides* 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% вы- живших личинок в кон- троле	% вы- живших личинок в образце	Смерт- ность, А,%	Наличие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж	погиб.	пар.				
1	23	3	21	3	0	92	88	4	0
2	25	2	19	4	0				
3	24	2	24	3	0				
Ср	24	2	21	3	0				

Также нами проведено исследование по определению цитотоксической активности экстракта *S. deltoides*, результаты анализа приведены в таблица 5—7.

Таблица 5.

Экстракт *S. deltoides* 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% вы- живших личинок в кон- троле	% вы- живших личинок в образце	Смерт- ность, А,%	Наличие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж	погиб.	пар.				
1	24	1	20	8	0	96	78	18	0
2	25	2	23	3	0				
3	26	1	21	7	0				
Ср	25	1	21	6	0				

Таблица 6.

Экстракт *S. deltoides* 5 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% вы- живших личинок в кон- троле	% вы- живших личинок в образце	Смерт- ность, А,%	Наличие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж	погиб.	пар.				
1	24	1	24	3	0	96	92	4	0
2	25	2	23	2	0				
3	26	1	24	1	0				
Ср	25	1	24	2	0				

Таблица 7.

Экстракт *S. deltooides* 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% вы- живших личинок в кон- троле	% вы- живших личинок в образце	Смерт- ность, А,%	Наличие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	24	1	24	1	0	96	96	0	0
2	25	2	25	0	0				
3	26	1	23	1	0				
Ср	25	1	24	1	0				

На основании проведенных экспериментов можно предположить, что эфирное масло и экстракт *S. deltooides* во всех испытанных концентрациях не проявляют цитотоксическую активность.

Продолжая исследование объекта нами изучена антирадикальная активность (АРА) полученного эфирного масла и экстракта *S. deltooides*.

Антирадикальная активность определена с помощью реакций ингибирования относительно радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH). Антирадикальная активность рассчитана по следующей формуле:

$$АРА (\%) = (A_0 - A_t) / A_0 * 100 \quad (1)$$

где:  $A_0$  — оптическая плотность контрольного образца;

$A_t$  — оптическая плотность исследуемого образца.

Оптические плотности растворов сняты на спектрофотометре Cary 60 UV-Vis при постоянной длине волны 520 нм. Антирадикальные активности определены относительно эталона — бутилгидроксианизола (ВНА) [10].

Рассчитанные по формуле (1) значения АРА эфирного масла и экстракта растения приведены в таблице 8:



Таблица 8.

**Зависимости антирадикальной активности (%) экстракта  
и эфирного масла растений *S. deltoides* от концентрации**

№	Исследуемые объекты	Концентрация (мг/мл)				
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
1	ВНА	80,0	80,7	80,3	80,5	80,7
2	Эфирное масло <i>S. deltoides</i>	17,01	9,80	10,80	11,72	8,43
3	Экстракт <i>S. deltoides</i>	66,23	50,61	32,45	30,34	31,10

На основе анализа полученных результатов можно сказать, что эфирное масло растений *S. deltoides* имеет низкую АРА по сравнению эталонным веществом (ВНА). Антирадикальная активность экстракта растений *S. deltoides* также невысокая и ее значение зависит от концентрации. При изменении концентрации в пределах 0,1—1,0 мг/мл АРА снижается от 66 % до 30 %.

Для получения данных по доброкачественности растительного сырья было проведено изучение его элементного состава. Проведено сухое озоление сырья *S. deltoides*, зольность растения составила 12,5 %. Содержание элементов в составе золы определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ICP-AES, и в результате которого получены количественные данные о 43 элементах.

Таблица 9.

**Элементный состав золы *S. deltoides***

№	Элемент	Символ	Содержание (мг/кг)	№	Элемент	Символ	Содержание (мг/кг)
1	Серебро	Ag	<0,1	23	Ниобий	Nb	22,46
2	Алюминий	Al	866	24	Никель	Ni	16,11
3	Мышьяк	As	<1	25	Фосфор	P	21747
4	Золото	Au	<100	26	Свинец	Pb	7,29
5	Бор	B	32,18	27	Платина	Pt	<10
6	Барий	Ba	1044	28	Сурьма	Sb	<0,1
7	Бериллий	Be	0,56	29	Скандий	Sc	<0,1
8	Висмут	Bi	<0,1	30	Олово	Sn	<0,1
9	Кадмий	Cd	1,24	31	Стронций	Sr	1082

10	Церий	Ce	381	32	Тантал	Ta	<0,1
11	Кобальт	Co	3,38	33	Теллур	Te	<0,1
12	Хром	Cr	18,09	34	Торий	Th	<0,1
13	Медь	Cu	56,26	35	Титан	Ti	87,22
14	Железо	Fe	1041	36	Таллий	Tl	<0,1
15	Галлий	Ga	<0,1	37	Уран	U	<0,05
16	Германий	Ge	<0,1	38	Ванадий	V	48,43
17	Гафний	Hf	4,62	39	Вольфрам	W	<1
18	Индий	In	<0,1	40	Иттрий	Y	2,48
19	Лантан	La	4,88	41	Иттербий	Yb	0,36
20	Литий	Li	108,3	42	Цинк	Zn	45,07
21	Марганец	Mn	467	43	Цирконий	Zr	12,48
22	Молибден	Mo	3,48				

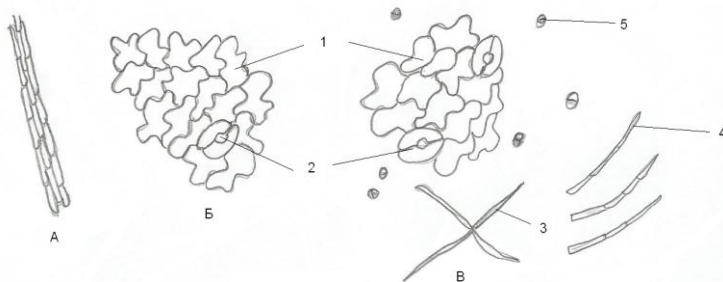
Для стандартизации и выявления строения на микроуровнях ценного растительного сырья (уточнения локализации эфирного масла в надземных органах) *S. deltoides*, мы провели изучение его анатомического строения.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись листья *S. deltoides*, собранного в фазе плодоношения.

При выполнении анатомического исследования сухие образцы надземных органов размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [3, 5], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [1, 4].

Анатомическое строение. Клетки верхнего и нижнего эпидермиса извилисто-стенные, нижние — крупнее по размеру (рис. 2). Устьица аномоцитного типа (окружены 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа, но преобладают на нижней стороне. Листья с верхней стороны почти голые, с нижней имеют густое опушение, состоящее из звездчатых и простых многоклеточных волосков. С нижней стороны листа отчетливо видные многоклеточные округлые или бобовидной формы друзы — кристаллы оксалата кальция.

В области средней жилки клетки эпидермиса имеют вытянутую прозенхимную форму.



**Рисунок 1. Препарат листа *S. deltooides* с поверхности. Ув. 5 x 10:**  
**А — эпидермис над жилкой листа; Б — верхний эпидермис;**  
**В — нижний эпидермис; 1 — основные клетки эпидермы;**  
**2 — устьица; 3 — звездчатые трихомы; 4 — простые**  
**многоклеточные трихомы; 5 — друзы**

Таким образом, диагностическими признаками сырья *S. deltooides* являются форма клеток эпидермиса листа форма и строение звездчатых кроющих трихом.

**Выводы:**

1. проведено изучение антималярийной, цитотоксической и антирадикальной активности эфирного масла и экстракта *S. deltooides*;
2. определен элементный состав растительного сырья;
3. изучено анатомическое строение *S. deltooides*.

**Список литературы:**

1. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: МГУ, 1980. — 560 с.
2. Государственная Фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье МЗ СССР. 11-е изд. М., 1990. — 400 с.
3. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. — 255 с.
4. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. — 512 с.
5. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.
6. Патент KR 2012108512, Юж. Корея. Processing method of *Synurus deltooides* / Park, Jeong Ja. № KR 2011-26470; заявл. 24.03.2011; опубли. 5.10.2012. — С. 10.

7. Патент US 2004/0094170 A1, США. Nicotine free cigarette substitute / Zeong Ghee Zho, Hyun Hwa Cho. № US 10/298,517; заявл. 19.11.2002; опубл. 20.05.2004. — С. 3.
8. Шретер А.И. Лекарственная флора Советского Дальнего Востока. М.: Медицина, 1975. — 328 с.
9. Kikhanova Zh.S., Iskakova Zh.B., Dzhalmakhanbetova R.I., Seilkhanov T.M., Ross S.A., Suleimen E.M. Constituents of *Artemisia austriaca* and their biological activity // *Chemistry of Natural Compounds*. — 2013. — № 49 (5) — P. 967—968.
10. Sawant O., Kadam V.J., Ghosh R. In vitro Free Radical Scavenging and Antioxidant Activity of *Adiantum lunulatum* // *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*. — 2009. — № 3(2). — P. 39—44.
11. Suleimenov E.M. Components of *Peucedanum morisonii* and their antimicrobial and cytotoxic activity // *Chemistry of Natural Compounds*. — 2009. — № 45 (5) — P. 710—711.
12. Yunyao Jiang and Myeong-Hyeon Wang. Ethanol extract of *Synurus deltoides* (Aiton) Nakai suppresses in vitro LPS-induced cytokine production in RAW 264.7 macrophages and in vivo acute inflammatory symptoms // *Nutrition Research and Practice*. — 2014. — V. 8. — № 1. — P. 11—19.

**ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ARTEMISIA  
MESSERSCHMIDTIANA BESS**

***Искакова Жанар Бактыбаевна***

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник  
института прикладной химии, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [zhanariskakova@mail.ru](mailto:zhanariskakova@mail.ru)*

***Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы***

*канд. хим. наук, PhD, директор института прикладной химии,  
доцент кафедры химии, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [suleimen\\_em@enu.kz](mailto:suleimen_em@enu.kz)*

***Ишмуратова Маргарита Юлаевна***

*канд. биол. наук, доцент кафедры фармацевтических дисциплин  
Карагандинского университета «Болашақ»,  
Республика Казахстан, г. Караганда  
E-mail: [margarita.ishmur@mail.ru](mailto:margarita.ishmur@mail.ru)*

***Дудкин Роман Васильевич***

*канд. биол. наук, научный сотрудник Тихоокеанского института  
биоорганической химии ДВО РАН; доцент Дальневосточного  
федерального университета; ведущий научный сотрудник  
Ботанического сада-института ДВО РАН, Россия,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [r\\_doudkin@mail.ru](mailto:r_doudkin@mail.ru)*

***Горовой Петр Григорьевич***

*академик, профессор, лаборатория хемотаксономии Тихоокеанского  
института биоорганической химии ДВО РАН, Россия,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [petrgorovoy@gmail.com](mailto:petrgorovoy@gmail.com)*

# PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION OF ARTEMISIA MESSERSCHMIDTIANA BESS

***Iskakova Zhanar***

*Candidate of Chem. Science,  
Senior Researcher of the Institute of Applied Chemistry ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Suleimen Yerlan***

*Candidate of Chem. Science, PhD,  
Director of the Institute of Applied Chemistry,  
Associate Professor of Chemistry Department of L.N. Gumilev ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Ishmuratova Margarita***

*Candidate of biol. Sciences, assistant Professor  
of Pharmaceutical Sciences Karaganda University "Bolashak",  
Republic of Kazakhstan, Karaganda*

***Doudkin Roman***

*candidate. biol. Sciences, Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Associate Professor of the Far Eastern Federal University,  
Botanical Garden-Institute, Leading staff scientist FEB RAS,  
Russia, Vladivostok*

***Gorovoy Petr***

*academician, Professor, Laboratory of Chemotaxonomy,  
Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Russia, Vladivostok*

## АННОТАЦИЯ

Проведено изучение надземной части *Artemisia messerschmidtiana* Bess и выделен скополетин, строение которого установлено спектральными методами, установлен состав эфирного масла, изучена антибактериальная и цитостатическая активность сухого экстракта и эфирного масла. Методом атомно-эмиссионной спектроскопии определено содержание 43 химических элементов в составе растения. Изучено анатомическое строение *A. messerschmidtiana* Bess.

## ABSTRACT

The aerial parts of *Artemisia messerschmidtiana* Bess was studied and scopoletin was isolated, the structure of which is established by spectroscopic methods; the composition of essential oils was studied and antibacterial and cytostatic activity of the dry extract and essential oil were investigated. By atomic emission spectrometry determined the content of 43 chemical elements in the composition of the plant. The anatomy of *A. messerschmidtiana* Bess. was studied

**Ключевые слова:** *Artemisia messerschmidtiana* Bess.; скополетин; ЯМР; эфирное масло; хроматомасс-спектрометрия; антибактериальная и цитостатическая активность; сухое озоление; элементный состав растений; анатомическое строение.

**Keywords:** *Artemisia messerschmidtiana* Bess.; scopoletin; NMR; essential oil; GC/MS; antimicrobial and cytotoxic activity; dry ashing; elemental composition of plants, anatomy.

*Artemisia messerschmidtiana* Bess. (полынь Мессершмидта) — полукустарник высотой 60-80 см семейства *Asteraceae*. Произрастает в Бурятии, Иркутской и Читинской областях, Краснодарском крае, Монголии на склонах с закустаренной лугово-степной растительностью, опушках [10].

Ранее из сырья *Artemisia messerschmidtiana* Bess. учеными Южной Кореи выделены метиловый эфир эскулина, дафнетин, 6-метиловый эфир эскулетина, диметиловый эфир дафнетина, эскулин, умбеллиферон, 7-метиловый эфир эскулетина, эскулетин, хернарин, диметиловый эфир эскулетина и кумарин [12].

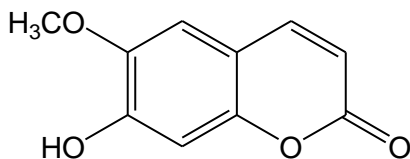
Для изучения компонентного состава *Artemisia messerschmidtiana* Bess. использовали мелкоизмельченную часть сырья, собранного в октябре 2011 г. на левом берегу реки Раздольная (Суйфун), окрестности села Чернятино Октябрьского района Приморского края. Гербарный код 103564.

666 г сырья *A. messerschmidtiana* Bess трижды экстрагировали хлороформно-спиртовым раствором. Хлороформно-спиртовой экстракт отгоняли на роторном испарителе. Полученный сгущенный экстракт обрабатывали водным спиртом.

Фильтрат извлекали хлороформом. Полученный остаток (29 г) хроматографировали на колонке с силикагелем (соотношение сумма: носитель = 1:12).

При элюировании колонки системой петролейный эфир-этилацетат (1 : 1) выделено белое кристаллическое вещество (1).

Выделенное соединение состава  $C_{10}H_8O_4$  оказалось аналогичное выделенному ранее (схема 1) [13, 15].



**Схема 1. Структура 7-гидрокси-6-метоксикумарина (скополетин) (1)**

**Таблица 1.**

**Данные ЯМР  $^1H$  (500 МГц,  $CDCl_3$ ,  $\delta$ , м.д., J/Гц) и  $^{13}C$  (120 МГц,  $CDCl_3$ ,  $\delta$ , м.д.) молекулы (1)**

Атом	$\delta_H$	$\delta_C$	Атом	$\delta_H$	$\delta_C$
2	-	161,37 с	7	-	144,01 с
3	7,58 д ( $J=9.9$ )	143,22 д	8	6.82 с	107,53 д
4	6,25 д ( $J=9.9$ )	113,45 д	8a	-	150,31 с
4a	-	149,72 с	OCH3	3.93 с	56,43 кв
5	6,90 с	103,21 д	ОН	6,14 с	—
6	—	111,51 с			

Эфирное масло *A.messerschmidtiana* получали методом гидродистилляции на аппарате Клевенджера в течение 2-х часов [2]. Выход масла составил 0,2 %.

Хроматомасс-спектрометрический анализ эфирных масел проводили на газовом хроматографе Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. Введение пробы проводили с помощью автоматического пробоотборника Agilent 7693. Управление системой осуществлялось программным обеспечением ChemStation (версия E.02).

Для анализа масла использовали кварцевую газохроматографическую капиллярную колонку 30 м x 0,25 мм с 5 % фенилметилполисилоксановым покрытием 0,25 мкм (HP-5MS) фирмы J & WScientific. Температура на входе была установлена на уровне 250 °С, инжектор работал в режиме разделения в соотношении 25:1. Температурный режим: начальная температура 45 °С поддерживалась в течение 2 мин, далее было запрограммировано повышение температуры до 200 °С со скоростью 1,5 °С/мин, затем — до 280 °С со скоростью



15 °С/мин и температура оставалась постоянной в течение 10 мин. Работа масс-спектрометра проводилась в режиме сканирования в диапазоне от 50 до 650 Дальтон. Индексы удерживания пересчитывали относительно нормальных углеводородов.

Как видно из таблицы 2, основными компонентами эфирного масла *A.messerschmidtiana* являются 1,8-цинеол — 37,2 %, камфора — 32,0 %, борнеол — 9,5 % и изоциклоцитраль — 4,0 %.

**Таблица 2.**

**Состав эфирного масла *A.messerschmidtiana***

<b>ВУ</b>	<b>Сод-е, %</b>	<b>Компонент</b>	<b>ВУ</b>	<b>Сод-е, %</b>	<b>Компонент</b>
6,735	0,2	Трициклен	23,889	0,2	Изоборнилацетат
7,168	0,4	□-Пинен	24,168	2,1	Хризантенилацетат
7,836	2,6	Камфен	27,548	1,8	Борнилацетат
11,581	1,8	р-Цимен	28,274	0,3	2-(1-Метилэтилиден)-бицикло [2.2.1]гептан-7-он
<b>11,966</b>	<b>37,2</b>	<b>1,8-Цинеол</b>	32,154	0,2	2,6-Диметил-2,6-октадиен
<b>16,745</b>	<b>4,0</b>	<b>Изоциклоцитраль</b>	33,952	0,8	Геранилацетат
17,235	0,2	Хризантенон	39,437	0,4	Гермакрен-D
18,259	0,2	Псевдоциклоцитраль	39,885	0,2	□-Селинен
<b>18,889</b>	<b>32,0</b>	<b>Камфора</b>	44,740	0,3	Фарнезол
19,735	0,7	Пинокарвон	45,130	1,1	Спауленол
<b>20,447</b>	<b>9,5</b>	<b>Борнеол</b>	45,269	0,9	Кариофиллен оксид
20,865	0,2	1-,4,4-Триметил-бицикло (3.2.0)гепт-6-ен-2-ол	46,043	0,3	2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол диизобутират
20,985	0,5	4-Терпинеол	49,697	0,4	t-Мууролол
21,764	0,3	р-Цимен-8-ол	49,942	0,2	Селинен
21,908	0,2	Тимол	57,25	0,3	Каларен
22,096	0,4	3-Карен	59,976	0,1	Диизобутилфталат

Нами изучены антибактериальная и цитостатическая активности сухого экстракта и эфирного масла *A.messerschmidtiana* Bess.

Антибактериальная активность изучена по отношению к бактериям *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* (MRSa), *Escherichia coli*,

*Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium intracellulare*, и грибам *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida krusei*, *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus neoformans*. По результатам исследования антибактериальной активности установлено, что исследуемые образцы растительного экстракта и эфирного масла *A. messerschmidtiana* Bess. нетоксичны, не обладают антибактериальной активностью.

Нами исследованы сухой экстракт и эфирное масло *A. messerschmidtiana* на цитостатическую активность в отношении личинок морских рачков *Artemia salina* по методике [14].

По результатам исследования цитостатической активности установлено, что сухой экстракт не обладает цитостатической активностью (таблицы 3—5).

**Таблица 3.**

**Цитотоксическая активность сухого экстракта  
*A. messerschmidtiana* 10 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А,%	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	поги б.	выж	поги б.	пар.				
1	25	1	24	1	0	96	96	0	0
2	21	0	22	2	0				
3	22	2	24	1	0				
Ср	23	1	23	1	0				

**Таблица 4.**

**Цитотоксическая активность сухого экстракта  
*A. messerschmidtiana* 5 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А,%	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	поги б.	выж	поги б.	пар.				
1	25	1	24	1	0	96	96	0	0
2	21	0	26	1	0				
3	22	2	27	0	0				
Ср	23	1	26	1	0				

Таблица 5.

**Цитотоксическая активность сухого экстракта  
*A. messerschmidtiana* 1 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	25	1	25	0	0	96	96	0	0
2	21	0	24	1	0				
3	22	2	25	0	0				
Ср	23	1	25	0	0				

На основании проведенного эксперимента можно предположить, что эфирное масло *A. messerschmidtiana* во всех испытанных концентрациях проявляют острую летальную токсичность — все личинки погибают, выявлена высокая цитостатическая активность (таблицы 6—8).

Таблица 6.

**Цитотоксическая активность эфирного масла *A. messerschmidtiana*  
10 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	25	0	0	26	0	96	0	96	0
2	27	2	0	25	0				
3	21	1	0	17	0				
Ср	24	1	0	23	0				

Таблица 7.

**Цитотоксическая активность эфирного масла *A. messerschmidtiana*  
5 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	25	0	0	24	0	96	0	96	0
2	27	2	0	24	0				
3	21	1	0	25	0				
Ср	24	1	0	24	0				

Таблица 8.

**Цитотоксическая активность эфирного масла *A. messerschmidtiana*  
1 мг/мл**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	25	0	0	19	5	96	0	72	24
2	27	2	0	20	7				
3	21	1	0	19	6				
Ср	24	1	0	19	6				

Как известно, элементный состав растений видоспецифичен, зависит от многих факторов окружающей среды и может варьировать в довольно широких пределах. Для нормального роста и развития растений чрезвычайно важны взаимодействия между химическими элементами. Состав и содержание микроэлементов, обусловлены элементарным обменом данного растения, условиями произрастания и микроэлементным составом почвы [4, 5, 7].

Нами исследованы элементный состав золы надземной части растений *A. messerschmidtiana*. Работ по изучению элементного состава *A. messerschmidtiana* произрастающего на территории Дальнего Востока нам не известно. В связи с этим целью исследования являлась оценка особенностей накопления химических элементов в растении. Для этого

было проведено сухое озоление сырья надземной части данного вида полыни. Содержание элементов определялось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе ICP-AES в химико-аналитической лаборатории ТОО «Азимут Геология» г. Караганды [8, 11].

Таким образом, при исследовании установлено содержание в надземной части растений 43 химических элементов. Результаты исследования приведены в таблице 9.

**Таблица 9.**

**Элементный состав золы *A. messerschmidtiana***

№	Элемент	Сим-волы	Содержание (мг/кг)	№	Элемент	Сим-волы	Содержание (мг/кг)
1	Гафний	Hf	1,25	23	Олово	Sn	<0,1
2	Индий	In	<0,1	24	Ванадий	V	26,86
3	Уран	U	<0,05	25	Церий	Ce	10,12
4	Тантал	Ta	<0,1	26	Литий	Li	518,4
5	Галлий	Ga	<10	27	Лантан	La	1,361
6	Скандий	Sc	<0,1	28	Кадмий	Cd	2,48
7	<b>Фосфор</b>	<b>P</b>	<b>1425</b>	29	<b>Медь</b>	<b>Cu</b>	<b>675,5</b>
8	Сурьма	Sb	<0,1	30	Иттербий	Yb	0,74
9	<b>Марганец</b>	<b>Mn</b>	<b>825,3</b>	31	Иттрий	Y	6,72
10	Свинец	Pb	16,79	32	Цинк	Zn	198,7
11	<b>Титан</b>	<b>Ti</b>	<b>943,7</b>	33	Серебро	Ag	<0,1
12	Цирконий	Zr	23,38	34	Кобальт	Co	21,47
13	Мышьяк	As	<0,1	35	<b>Стронций</b>	<b>Sr</b>	<b>973,9</b>
14	Вольфрам	W	<0,1	36	Золото	Au	<100
15	Хром	Cr	23,53	37	Таллий	Tl	<0,1
16	Никель	Ni	32,11	38	<b>Железо</b>	<b>Fe</b>	<b>3953</b>
17	Германий	Ge	<0,1	39	Платина	Pt	<10
18	Висмут	Bi	<0,1	40	Торий	Th	<0,05
19	Барий	Ba	138,3	41	Теллур	Te	<0,1
20	Бериллий	Be	0,92	42	Бор	B	34,84
21	Ниобий	Nb	3,17	43	<b>Алюминий</b>	<b>Al</b>	<b>10535</b>
22	Молибден	Mo	0,455				

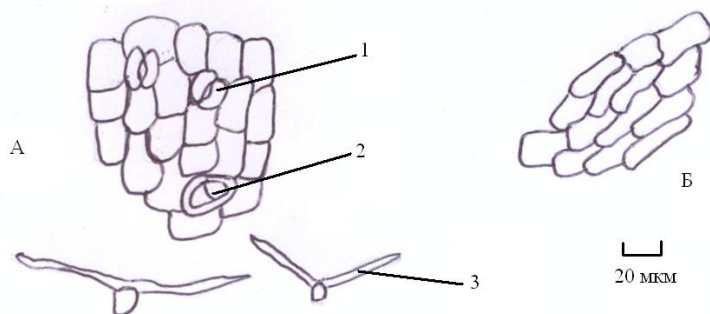
Для стандартизации ценного растительного сырья и определения локализации эфирного масла мы провели изучение анатомического строения *A. messerschmidtiana* Bess. Характерными чертами строения являются: изолатеральные клетки эпидермиса листа, размещение железок и устьиц только на нижней стороне листа.

### Объекты и методика исследований:

Исследовались надземные органы полыни Мессердшмидта (листья, стебли и соцветия). Воздушно-сухое сырье размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [3, 9], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [1, 6].

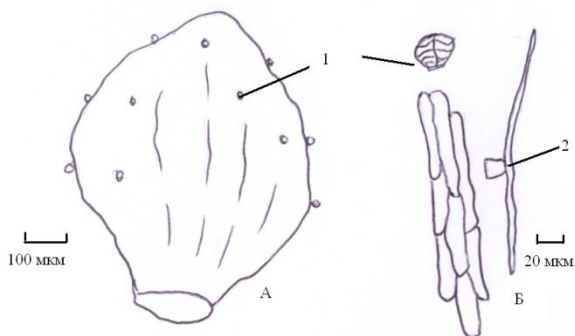
### Микроскопия

Клетки верхнего и нижнего эпидермиса (рис. 1) листа крупные, почти прямостенные, изолатеральные. На нижней стороне отмечены устьица, овальной формы, аномоцитного типа и бобовидные эфиромасличные железки. Поверхность не густо опушена мелкими Т-образными волосками.



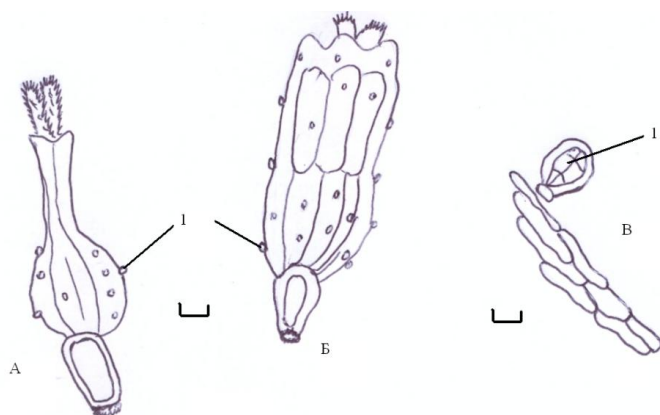
**Рисунок 1. Эпидермис нижней (А) и верхней (Б) стороны листа *A. messerschmidtiana* Bess: 1 — устьица, 2 — эфиромасличные железки, 3 — Т-образные волоски**

Листочки обертки цветочных корзинок широко-овальной формы, травянистые (рис. 2). Эпидермис состоит из тонких прозенхимных клеток, поверхность покрыта приподнимающимися эфиромасличными железками, состоящими из 8 клеток, расположенных в 2 ряда и 4 яруса. Трихомы редкие, Т-образные.



**Рисунок 2. Анатомическое строение листочков обертки *Artemisia messerschmidtiana* Bess: А — листочек обертки, Б — участок эпидермиса края листочка обертки; 1 — эфирно-масличные железы, 2 — трихомы**

Цветки у полыни 2-х типов: пестичные краевые и центральные обоополые. Пестичные цветки узко-воронковидные с расширенной нижней частью; обоополые бокальчатые (рис. 3). Оба типа в верхней части имеют многочисленные эфирно-масличные железы, приподнимающиеся над поверхностью. Клетки венчика прозенхимные.



**Рисунок 3. Анатомическое строение венчиков цветков *A. Messerschmidtiana*: А — пестичный цветок, Б — обоополый цветок, В — участок эпидермиса венчика цветка, 1 — эфирно-масличная железа**

Таким образом, нами выделен скополетин и установлено его строение методами ЯМР, проведено изучение состава эфирного масла, антибактериальной и цитостатической активности экстракта и эфирного масла *A. messerschmidiana* Bess., определен элементный состав растительного сырья и изучено анатомическое строение.

### Список литературы:

1. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: МГУ, 1980. — 560 с.
2. Государственная Фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье МЗ СССР. 11-е изд. М., 1990. — 400 с.
3. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. — 255 с.
4. Кабатга-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М., 1989. — 439 с.
5. Кисличенко В.С. Лекарственные растения — источники минерального питания // Провизор. — 1999. — № 20. — С. 45—48.
6. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. — 512 с.
7. Ноздрюхина Л.Г., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. М.: Наука, 1980. — 280 с.
8. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавок методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой: Метод. указания МУК 4.1.1483-03: М.: ФЦ ГСЭН МЗ РФ, 2003. — 36 с.
9. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.
10. Флора Сибири. Т. 13. *Aseurasyay* (Compositay) И.М. Красноборова 1997. — 472 стр.
11. Фортескью Дж. Геохимия окружающей среды. М.: Мир, 1985. — 360 с.
12. Hahn D.R. Biochemical studies on the constituents of *Artemisia messerschmidiana* and their derivatives. Chologagic activity of coumarin derivatives // Journal of the Pharmaceutical Society of Korea. — 1966. — V. 10. — P. 25.
13. Pham G.D. Coumarin and its derivatives in *Artemisia annua* L. in Vietnam // Journal Tap Chi Duoc Hoc. 2002. — P. 11—13.
14. Suleimenov E.M. Components of *Peusedanum morisonii* and their antimicrobial and cytotoxic activity // Chemistry of Natural Compounds. — 2009. — № 45 (5) — P. 710—711.
15. Zielinska-Sowicka R., Szymanska M., Gepert A. Isolation of scopoletine from the roots of *Scopolia lurida* // Journal Annales Academiae Medicae Lodzensis. — 1971. — V. 12. — P. 417.



*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**Научное издание**

**«ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»**

Сборник статей по материалам  
XX международной научно-практической конференции

№ 7 (19)  
Июль 2014 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 08.07.14. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 6,625. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»  
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3