



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЕСТЕСТВЕННЫХ
И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК**

Новосибирск, 2012 г.

УДК 50

ББК 20

Е 86

Е 86 «Теоретические и практические аспекты естественных и математических наук»: материалы международной заочной научно-практической конференции. (24 декабря 2012 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2012. — 152 с.

ISBN978-5-4379-0195-3

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты естественных и математических науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных естественных наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития естественных наук.

Рецензенты:

- канд. физ.-мат. наук Зеленская Татьяна Евгеньевна
- канд. биол. наук Харченко Виктория Евгеньевна;
- канд. с.-х. наук Яковишина Татьяна Федоровна

ISBN 978-5-4379-0195-3

ББК 20

© НП «СибАК», 2012 г.

Оглавление

Секция 1. Математика	7
1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ	7
ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАТРИЧНОГО ПОЛЯ Пешкичев Юрий Афанасьевич	7
1.2. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	12
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ БЕССАРАБИИ Васильева Татьяна Владимировна Коваленко Светлана Георгиевна	12
КОМПЛЕКСНЫЕ, ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ Якубовский Евгений Георгиевич	19
1.3. Теория вероятностей и математическая статистика	31
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ПО ЭКСПЕРТИЗЕ КАЧЕСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА Бунтова Елена Вячеславовна Буданова Нина Олеговна Макарова Елена Сергеевна	31
1.4. Вычислительная математика	40
РЕШЕНИЕ ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫХ РАЗРЕЖЕННЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КРЫЛОВСКОГО ПОДПРОСТРАНСТВА Гусева Юлия Сергеевна Гоголева Софья Юрьевна	40

Секция 2. Информационные технологии	44
2.1. Системный анализ, управление и обработка информации	44
МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ПРИОРИТЕТНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ АГЕНТОВ Топчий Антон Владимирович	44
2.2. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами	53
ТРЕХУРОВНЕВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМИ СРЕДСТВАМИ МНОГОПЛАНОВОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Кряжич Ольга Александровна	53
Секция 3. Физика	59
3.1. Механика жидкости, газа и плазмы	59
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЛИЯНИЯ ДВУХ КАПЕЛЬ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ Вагнер Сергей Александрович Пономарева Мария Андреевна	59
3.2. Физика магнитных явлений	70
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ТРЕХФАЗНОГО АКТУАТОРА Крживка Владимир	70
3.3. Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва	83
УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ДВУХСЛОЙНЫХ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ СВС, ВАРЬИРОВАНИЕМ ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ СЛОЯМИ Котин Илья Моисеевич	83

Секция 4. Биология	89
4.1. Биологические аспекты сельского хозяйства	89
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗИЛИКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКА Горбунова Светлана Ивановна	89
4.2. Зоология	98
КОРРЕЛЯТИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛЮСТНЫХ КОСТЕЙ БАЙКАЛЬСКИХ СОТТОИДЕИ Толмачева Юлия Петровна Петухов Сергей Юрьевич	98
4.3. Физико-химическая биология	103
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ПАРЕНХИМНЫХ ТКАНЕЙ ОВОЩЕЙ Голев Игорь Михайлович Бобкина Екатерина Юрьевна	103
4.4. Физиология	109
ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ, КОТОРЫЕ ЗАНИМАЮТСЯ ИГРОВЫМИ ВИДАМИ СПОРТА И МАРАФОНСКИМ БЕГОМ Сокол Алена Павловна Журавлев Александр Анатольевич Шевчук Татьяна Яковлевна	109
4.5. Экология и природопользование	115
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО HORDEUM VULGARE (L.) В ЦЕЛЯХ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ Неведров Николай Петрович Проценко Елена Петровна Кузнецов Алексей Егорович	115

ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕРРИТОРИИ ВОЗЛЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В Г. КРАСНОЯРСКЕ Россинина Анна Анатольевна	120
Секция 5. Химия	125
5.1. Органическая химия	125
ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ПЧЕЛИНОГО ПРОПОЛИСА Погребняк Дарья Ивановна Бортников Сергей Валериевич	125
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЛИКОЗИЛМЕТИЛНИТРОЗОМЕТИЛМОЧЕВИН С АРИЛАМИНАМИ Эрназарова Бактыгул Кочкорбаевна	129
ПРИМЕНЕНИЕ LR В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ДЛЯ ТИОНИРОВАНИЕ ГЛИКОЛИЗИЛМЕТИЛМОЧЕВИН Эрназарова Бактыгул Кочкорбаевна Бакирова Аида Адилбековна Джаманбаев Женис Анаркулович	137
5.2. Физическая химия	145
ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ Смельцова Ирина Леонидовна Зеляев Игорь Александрович Митрофанова Светлана Валерьевна	145

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАТРИЧНОГО ПОЛЯ

Пешкичев Юрий Афанасьевич

канд. физ.-мат. наук, исполнитель, ООО «Интеграл-Хаб»

г. Бердск

E-mail: peshyr@inbox.ru

Внедрение новых технологий в науку и народное хозяйство предполагает расширение и углубление уровня математических средств, предлагаемых математиками инженерам и научно-техническим работникам. Ряд таких математических понятий и результатов возник в рамках геометрической теории функций, которой автор занимался в течение последних десятилетий. Примером подобной прикладной ориентации математического анализа является книга В.А. Зорича [4].

§ 1. Скалярные математические поля на плоскости.

1. Новое в дифференциальной геометрии плоских кривых.

В автодорожных и железнодорожных вузах при изучении переходных кривых используется понятие скорости изменения кривизны такой кривой. С математической точки зрения — это вторая кривизна плоской кривой

$$k_2 = d^2\varphi / ds^2$$

До недавнего времени это понятие дифференциальной геометрии не рассматривалось в вузовских учебниках высшей математики, не использовалось в научных исследованиях. Оно не упоминается

в Советской математической энциклопедии, его нет в справочниках по математике для инженеров и научных работников. Более того, второй кривизной в подобных изданиях названо кручение пространственной кривой, что закрывает прикладникам саму возможность использования высших кривизн плоских кривых. В то же время в вузовских учебниках рассматривается клотоида — кривая второй постоянной кривизны, есть она и в упомянутой энциклопедии. К понятию второй кривизны вплотную подошли классики учебно-педагогической литературы по математике Г.М. Фихтенгольц и С.П. Фиников, и даже в неявной форме установили одно её свойство. Автор опубликовал свой первый результат по второй кривизне в 2002 г., подробное изложение которого дано в статье [6].

2. Дифференциальная геометрия семейств линий уровня скалярного поля.

Упомянутая дифференциальная геометрия отличается от дифференциальной геометрии отдельных кривых. Она непосредственно связана с теорией скалярного поля, порождающего это семейство линий уровня. Рассмотрим вектор $\tau = \text{grad}u/|\text{grad}u|$. Кроме понятия кривизны линии уровня $\text{div}\tau$, возникает понятие рыскания $\text{rot}\tau$. Возникает понятие гауссова изображения семейства линий уровня. Кроме понятия работы векторного поля на кривой, появляется понятие работы векторного поля на семействе линий уровня. Соответствующие понятия рассмотрены автором в статье [6]. Они могут быть полезны метеорологам и гидрологам, использующих понятия изотерм и других линий уровня природных скалярных полей.

3. Интегральная геометрия семейства линий уровня скалярного поля.

Пусть гладкое скалярное поле задано в плоской области G . Обозначим $L(r)$ длину уровня $u(r)=r$. Тогда первоначальным проявлением интегральной геометрии семейств линий уровня будет формула

$$\iint |\text{grad}u| dG = \int L(r) dr,$$

известная по учебнику математического анализа [5, с. 318]. Необходимый атрибут интегральной геометрии — мера семейства кривых. Такое понятие возникло в геометрической теории функций как модуль семейства кривых. Из работ отечественных авторов по этой тематике следует отметить монографию [10]. Примером использования метода модулей в геометрической теории функций является также работа автора [8]. Сам термин «метод модулей» не является

удачным, поскольку уже использован для другого математического понятия. Автор предлагает называть его интегрально-геометрическим методом.

4. Индуцированное скалярное поле.

Если всякой точке линии уровня скалярного поля поставить в соответствие её центр кривизны, то получится преобразование всей области определения скалярного поля — преобразование к центру кривизны. Примеры таких преобразований можно обнаружить в задачниках по высшей математике. Однако эти преобразования не связывались со скалярными полями. В результате преобразования к центру кривизны получается индуцированное скалярное поле в новой области определения, уровни которого совпадают с эволютами линий уровня первоначального скалярного поля. Рассмотрение индуцированного скалярного поля позволяет раскрыть новые свойства исходного скалярного поля.

§ 2. Векторные поля в многомерном пространстве.

1. Матричный ротор векторного поля.

В высшей математике отсутствует понятие ротора векторного поля в многомерном пространстве. В то же время в бухгалтерских вычислениях используется понятие сальдовой матрицы $s\Delta$ как разности между транспонированной матрицей и исходной. Автор предлагает назвать матричным ротором гладкого векторного поля F матрицу $\text{rot}F = s dJF$, где JF — матрица Якоби векторного поля F . При размерности пространства $n=2$ матричный ротор порождает скалярную ротацию, при $n=3$ — обычный ротор. Как и в случае обычного ротора, $\text{rot}(\text{gradu})$ — нулевая матрица.

2. Единичное векторное поле нормированного градиента скалярного поля.

Теперь скалярное поле $u=u(M)$ рассматривается в многомерном пространстве. При этом $\text{div}u$ — средняя кривизна гиперповерхности уровня, $\text{rot}u$ — пока неисследованное геометрическое понятие. Изучению гладких единичных векторных полей посвящён один из разделов монографии [1].

3. Два вида углов, используемых в теории векторного поля на плоскости.

Первый вид — это угол между градиентами двух скалярных полей, на тему которого можно обнаружить задачи в практикумах по высшей математике. Автор использовал его для исследования квазиконформных отображений на плоскости. До этого специалисты пользовались геометрическим понятием угла между двумя кривыми. Второй вид — это угол наклона векторного поля к оси абсцисс.

Этот угол востребован в топологической теории векторных полей на плоскости, применяется в геометрической теории дифференциальных уравнений.

4. Квазиконформное векторное поле.

Гладкое векторное поле $F=F(M)$ в многомерном пространстве можно охарактеризовать с помощью скалярного поля числа обусловленности $\text{cond}JF$ его матрицы Якоби. Содержательной геометрической характеристикой векторного поля будут пятна квазиконформности этого поля, ограниченные линиями уровня скалярного поля числа обусловленности. Принципиальное отличие от теории квазиконформных отображений в многомерном пространстве состоит в том, что векторные поля можно складывать и возникает вопрос об оценке числа обусловленности $\text{cond}J(F_1+F_2)$. Поскольку для квадратной матрицы A

$$\text{cond}A = \|A\| \cdot \|A^{-1}\|$$

и для определителя суммы положительно определённых матриц есть неравенство Минковского, то для гладких векторных полей с положительно определёнными матрицами Якоби будет

$$(\text{cond}J(F_1+F_2))^{1/n} \leq (\text{cond}JF_1)^{1/n} + (\text{cond}JF_2)^{1/n}.$$

В геометрической теории функций исследовались также квазиконформные в среднем отображения, отображения класса Беппо Леви и отображения анизотропного соболевского класса (по другой терминологии — треугольные отображения). Полученные при этом результаты так же можно распространить на векторные поля в многомерном пространстве.

§ 3. Матричные поля в многомерном пространстве

Как уже показано в данной статье, матричные поля возникают при рассмотрении матрицы Якоби гладкого векторного поля и матричного ротора. Мы остановимся здесь на применении матричных полей в вычислительной математике.

1. Угловая мера обусловленности квадратной матрицы.

В течение последних четырёх десятилетий независимо друг от друга развивались теория устойчивости квазиконформных отображений и теория устойчивости систем линейных алгебраических уравнений, хотя у них была общая составляющая: обусловленность квадратной матрицы и её свойства. Например, рассуждения [2, с. 116] типичны для квазиконформных отображений, а определение

квазиконформности [9, с. 18] основано на специальном понятии обусловленности. Обозначим через $\phi(i)$ метрический угол между вектором-столбцом матрицы A и векторным произведением остальных $n-1$ векторов-столбцов матрицы A . Если $\text{cond}A$ — число обусловленности матрицы A по евклидовой норме, то $(\text{cond}A)^2 \geq \sum 1/\sin^2\phi(i)$. На возможность такой трактовки меры обусловленности указано в учебном пособии [2, с. 116]. Там же отмечен только необходимый характер условия $\min \sin\phi(i) \geq 1/q$ ($q \geq 1$). Достаточное условие приведено в работе автора [9].

2. Логарифмический градиент гладкого матричного поля.

Для гладкого матричного поля $A(x)$ так будем называть матричное поле $\ln \text{grad} A(x) = \text{grad} A(x) / \|A(x)\|$.

При этом выполняется восходящее к С.К. Годунову [3, с. 150] неравенство $|\text{grad} \det A(x) / \det A(x)| \leq n \text{cond} A(x) \|\ln \text{grad} A(x)\|$.

Список литературы:

1. Аминов Ю.А. Геометрия векторного поля. М.: Наука, 1990. — 215 с.
2. Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры. М.: Наука, 1983. — 336 с.
3. Годунов С.К. Современные аспекты линейной алгебры. Новосибирск: Научная книга, 1997. — 389 с.
4. Зорич В.А. Математический анализ задач естествознания. М.: МЦНМО, 2008. — 136 с.
5. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 2. М.: Наука, 1970. — 672 с.
6. Пешкичев Ю.А. Дифференциальная геометрия в математической физике // Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Наука и современность — 2011». — Ч. 2 (1 февраля 2011 г.) / Под общей ред. к.э.н. С.С. Чернова. — Новосибирск, 2011. — С. 248—253.
7. Пешкичев Ю.А. Многомерный градиент и квазиконформные отображения // Вопросы метрической теории отображений и её применение. Киев: Наукова думка, 1978. С. 99—109.
8. Пешкичев Ю.А. Отображения ограниченной вариации и метод модулей // Мат. заметки. 1994. Т. 55. В. 1. С. 74—78.
9. Решетняк Ю.Г. Теоремы устойчивости в геометрии и анализе. Новосибирск: Наука, 1983. — 229 с.
10. Сычѳв А.В. Модули и пространственные квазиконформные отображения. Новосибирск: Наука, 1983. — 152 с.

1.2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ БЕССАРАБИИ

Васильева Татьяна Владимировна

*канд. биол. наук,
доцент Одесского национального университета
имени И.И. Мечникова,
г. Одесса
E-mail: tyas@ukr.net*

Коваленко Светлана Георгиевна

*канд. биол. наук,
доцент Одесского национального университета
имени И.И. Мечникова,
г. Одесса*

Сорные растения представляют собой особую категорию видов, которые выделяются во флорах только благодаря анализу хозяйственной деятельности человека. Поскольку в состав этой группы входят и аборигенные, и адвентивные растения, создается комплекс, который может быть приурочен к определенным сельскохозяйственным культурам или встречаться повсеместно. При этом распространенность того или иного вида может зависеть от его биологических особенностей (приспособленности к определенным почвенно-климатическим условиям, аллелопатической активности, количества образуемых семян и способов их распространения и пр.) и от антропогенных факторов: как например, дополнительного заноса с различными грузами, с помощью транспорта и т. п. В результате сложившегося благоприятного комплекса факторов вид становится инвазионно активным и так или иначе вытесняет аборигенные виды, способствуя унификации флоры.

Количество видов сорных растений в различных регионах значительно и неуклонно количественно возрастает. Целью данной работы было провести комплексную оценку сорных растений ведущих семейств флоры Южной Бессарабии. Названия таксонов уточнены по Мосякину [11] и Черепанову [9]. Продолжительность жизни растений определяли по Определителю [6], ряду монографий [2, 3], тип плода — по атласу [1]. Анализировали принадлежность растений к фракциям синантропной флоры по В.В. Протопоповой [8], а также определялся хронотип адвентивных видов растений [8, 3]. Для анализа были использованы исторические данные и гербарные материалы гербария Одесского национального университета (MSUD).

Южная Бессарабия – регион между Прутом, Днестром и Дунаем, в настоящее время её территория географически соответствует южным административным районам Одесской области Украины. В качестве примера приведем данные по динамике количества сорных растений в сем. Asteraceae. В сборах Э. Линдемманна конца XIX ст. [10] они составляли 41,6 %, в сборах Н.М. Зеленецкого десятилетием позже [5] — 31,6 %, И.К. Пачоского в первой четверти XX ст. [7] — 38,1 %, наших сборах в конце XX — начале XXI ст. [3] — 30,2 %. Однако, относительные данные не учитывают возрастания абсолютного количества видов. По данным Э. Линдемманна в семейство Asteraceae входило 110 видов из 41 рода, из которых 42 вида были сорными, в то время как в настоящее время из 234 видов этого семейства, относящихся к 79 родам, сорными являются 72 вида. Анализ видов флоры Южной Бессарабии показал, что примерно четверть (26 %) из них являются сорными, составляя 431 вид в классе Magnoliopsida и 42 вида в классе Liliopsida. При этом процент сорняков в различных семействах колеблется от 100 % (*Balsaminaceae*, *Cuscutaceae*, *Hydrophyllaceae*, *Menyanthaceae*, *Orobanchaceae*, *Simaroubaceae*, *Urticaceae*, *Verbenaceae*) до 4,5—8 % (*Cyperaceae*, *Potamogetonaceae*). В таблице 1 представлено количество сорных видов, содержащихся в тех шести семействах флоры региона, представители которых встречаются в грузах, экспортируемых из страны.

Таблица 1.

**Количество сорных видов в некоторых семействах флоры
Южной Бессарабии**

Название семейства	Всего видов (абс. число)	Сорных видов (абс. число)	% от общего числа видов
<i>Asteraceae</i> Dumort.	241	86	36
<i>Boraginaceae</i> Juss.	51	20	39
<i>Brassicaceae</i> Burnett	96	51	53
<i>Fabaceae</i> Lindl.	127	13	10
<i>Poaceae</i> Barnhart	156	35	22
<i>Polygonaceae</i> Juss.	35	6	17

Ведущими семействами флоры региона являются Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, а наибольшая доля сорных растений принадлежит семейству Капустные (53 %).

Важными факторами появления и распространения сорных растений являются транспортные потоки: автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. По данным Т.В. Васильевой-Немерцаловой и соавторов [4] больше всего семян сорных растений поступает в регион с насыпными зерновыми грузами, доставляемыми морским транспортом.

Сорные растения присущи практически всем сельскохозяйственным посевам региона и других областей Украины. По данным областной карантинной инспекции в зерновых грузах, экспортированных через Одесский торговый порт из 22 районов Одесской области, а также из Винницкой, Днепропетровской, Кировоградской, Николаевской, Полтавской, Сумской, Харьковской, Херсонской, Черниговской областей и автономной республики Крым в течение 2004—2008 гг. присутствовало по 160—190 видов не карантинных сорняков. Поскольку анализировались грузы пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, подсолнечника, рапса, гороха, горчицы, сои, льна, кориандра, эспарцета, люпина, можно говорить о широком распространении сорных растений. Ежегодно встречается 131 вид таких растений из 86 родов и 25 семейств.

Список видов сорных растений, обнаруженных в зерновых грузах, которые относятся к шести семействам, где они представлены в наибольшем количестве, представлен в таблице 2. Для каждого вида указаны: встречаемость в пробах (количество), продолжительность жизни, фракция флоры, к которой он принадлежит, хронотип.

Таблица 2.

**Биологические особенности сорных растений, встречающихся
в экспортных зерновых грузах**

Название таксона	Встречаемость в пробах (абс. ед.)	Продолжительность жизни	Фракция флоры	Хроно-тип
Brassicaceae				
<i>Brassica campestris</i> L. 431/709	431/709	1 л	Адвент	археофит
<i>B. juncea</i> (L.) Czern. 88 /627	88 /627	1 л	Апофит	
<i>B. napus</i> L. 6860/3201	6860/3201	1—2 л	Адвент	кенофит
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. 439	439	1 л	Адвент	археофит
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. 654	654	1 л	Адвент	археофит
<i>Cardaria draba</i> (L.)Desv. 6937	6937	Многол.	Адвент	кенофит
<i>Chorispора tenella</i> (Pall.) DC. 7115/2250	7115/2250	1 л	Адвент	кенофит
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort. 993/511	993/511	1 л	Адвент	археофит
<i>Descurainia sophii</i> (L.)Webb.et Prantl. 489	489	1 л	Адвент	археофит
<i>Lepidium campestre</i> (L.)R.Br. 1174/1946	1174/1946	1—2 л	Адвент	археофит
<i>Neslia paniculata</i> (L.)Desv. 823/1685	823/1685	1 л	Адвент	археофит
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. 1037/3328	1037/3328	1 л	Апофит	
<i>Rapistrum perenne</i> (L.) All. 950/...	950/	2-много.	Адвент	кенофит
<i>R. rugosum</i> (L.)All. 1606/2160	1606/2160	1-много.	Адвент	кенофит
<i>Sinapis arvensis</i> L. 47484/22092	47484/22092	1 л	Адвент	археофит
<i>S. dissecta</i> Lag. 515/1423	515/1423	1 л	Адвент	археофит
<i>Sisymbrium loeselii</i> L. 301/1436	301/1436	1—2 л	Адвент	кенофит
<i>S. officinale</i> (L.)Scop. 18403/4712	18403/4712	2 л	Адвент	археофит
<i>Thlaspi arvense</i> L. 24023/6771	24023/6771	1 л	Адвент	археофит
Asteraceae				
<i>Anthemis arvensis</i> L.	966	1 л	Адвент	археофит
<i>A. ruthenica</i> M.Bieb.	160	1 л	Апофит	
<i>Arctium lappa</i> L.	30	2 л	Апофит	
<i>A. minus</i> (Hill.) Bernh.	5	2 л	Апофит	
<i>A.tomentosum</i> Mill.	151/	2 л	Апофит	

<i>Carduus crispus</i> L.	318/579	2 л	Апофит	
<i>Centaurea cyanus</i> L.	955/3052	1 л	Адвент	археофит
<i>C. solstitialis</i> L.	30	1—2 л	Адвент	кенофит
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.	439/737	многол.	Апофит	
<i>C. vulgare</i> (Savi.) Ten.	59	2 л	Апофит	
<i>Iva xanthifolia</i> Nutt.	2262/1552	многол.	Адвент	кенофит
<i>Onopordon tauricum</i> Willd.	2444/3509	2 л	Адвент	археофит
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	543/1200	1 л	Адвент	археофит
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.)Sch.Bip.	1313/1909	1—2 л	Адвент	археофит
<i>Xanthium spinosum</i> L.	18	1 л	Адвент	кенофит
<i>X. strumarium</i> L.	3405/3018	1 л	Адвент	археофит
Poaceae				
<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	5521/ 4879	1 л	Апофит	
<i>Agropyron pectinatum</i> (Bieb.)Beauv.	145	многол.	Апофит	
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski	2625	1 л	Апофит	
<i>Avena fatua</i> L.	14364/11477	1 л	Апофит	
<i>A. strigosa</i> Schreb.	68	1 л	Апофит	
<i>Echinochloa cruss-galli</i> (L.) Beauv.	7207/9306	1 л	Апофит	
<i>E. oryzoides</i> (Ard.)Fritsch.	2/2	1 л	Адвент	кенофит
<i>Elytrigia repens</i> (L.)Nevski	37	многол.	Апофит	
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	121	многол.	Апофит	
<i>Lolium perenne</i> L.	321	многол.	Апофит	
<i>Phleum pratense</i> L.	35	многол.	Апофит	
<i>Setaria glauca</i> (L.)Beauv.	21320/15002	1 л	Адвент	археофит
<i>S. verticillata</i> (L.)Beauv.	1414/4881	1 л	Адвент	археофит
<i>S. viridis</i> (L.)Beauv.	1608/1640	1 л	Адвент	археофит
<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	8/156	многол.	Адвент	
Polygonaceae				
<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.	512/532	1 л	Апофит	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love	49937	1 л	Апофит	
<i>Persicaria hydropiper</i> L.	14	1 л	Апофит	
<i>P. maculosa</i> S.F.Gray	2	1 л	Апофит	
<i>P. minor</i> (Huds.) Opiz.	99	1 л	Апофит	
<i>P. scabra</i> (Moench.) Moldenke	1307	1 л	Апофит	
<i>Polygonum achorcum</i> L.	678	1 л	Апофит	
<i>P. aviculare</i> L.	550	1 л	Апофит	
<i>P. linicola</i> Sutulov	160	1 л	Апофит	
<i>P. patulum</i> M.Bieb.	25	1 л	Апофит	

<i>P. perfoliatum</i> L.	48	1 л	Апофит	
<i>Rumex acetosa</i> L.	6/103	многол	Апофит	
<i>R. confertus</i> Willd.	740/376	многол	Апофит	
<i>R. crispus</i> L.	4779/2454	многол	Апофит	
Fabaceae				
<i>Coronilla varia</i> L.	100	многол	Апофит	
<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	3458/7235	1 л	Апофит	
<i>L. tuberosus</i> L.	2281/4790	многол	Адвент	археофит
<i>Medicago lupulina</i> L.	1410/2327	1—2 л	Апофит	
<i>Melilotus albus</i> Madik.	75	2—1 л	Апофит	
<i>M. officinalis</i> (L.) Pall.	627/2154	2 л	Апофит	
<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.	1193/215	многол	Апофит	
<i>Vicia angustifolia</i> Reichard	1260/4473	1 л	Адвент	кенофит
<i>V. hirsuta</i> (L.) S.F. Gray	1003/1525	1 л	Адвент	археофит
<i>V. sativa</i> L.	1501/3666	1 л	Апофит	
<i>V. villosa</i> Roth.	2814/7877	1—2 л	Адвент	археофит
Boraginaceae				
<i>Asperugo procumbens</i> L.	86	1 л	Апофит	
<i>Borago officinalis</i> L.	119/304	1 л	Адвент	кенофит
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) Johnst.	19238	1—2 л	Адвент	археофит
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	66/1082	2 л	Адвент	археофит
<i>Echium vulgare</i> L.	1700/743	2 л	Апофит	
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	15680/8086	1—2 л	Адвент	археофит
<i>Lycopsis arvensis</i> L.	4140/3249	1 л	Адвент	археофит
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	188	1—2 л	Адвент	археофит
<i>M. micrantha</i> Pall. ex Lehm.	98	1—2 л	Апофит	

По продолжительности жизни наибольшее количество растений (60 %) является однолетниками, что характерно для сорняковой фракции флоры. Однако, среди проанализированных растений представлены двулетники (8 %), одно-двулетники (13 %) и многолетники (почти 17 %), что косвенно указывает на недостаточную роль агротехнических мероприятий.

Особый интерес представлял анализ типов плодов, характерных для указанных нами сорных растений. Среди разных типов плодов мы выделяли корбчатые, включая дробные коробочки и регмы, бобы, стручки и стручочки, вислоплодники, зерновки, семянки, листовки, ценобии, орехи, орешки, ягоды. Наибольшее количество проанализированных растений имеет корбчатые плоды (17,5 %). Далее следуют растения, которые имеют такие типы плода: стручки со стручочками и орехи (по 15,3 %), семянки (12,2 %), зерновки

(11,4 %), ценобии и бобы (по 8,4 %). Меньше всего листовок и сочных плодов.

По происхождению большинство растений являются аборигенными.

Любые сельскохозяйственные угодья по сути своей являются монокультурами, устойчивость которых, как известно, весьма шаткая, несмотря на все применяемые агротехнические методы. Поэтому зачастую сорняки попадают в наиболее благоприятные неконкурентные условия, что также способствует их распространению.

Список литературы:

1. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений: Плод — Л.: Наука, 1986. — 392 с.
2. Бур'яни України. Визначник-довідник. — К.: Наук. думка, 1970.— 508 с.
3. Васильева Т.В., Коваленко С.Г. Конспект флоры Південної Бессарабії.— Одеса: Видавінформ, 2003.— 250 с.
4. Васильева-Немерцалова Т.В., Ширяєва В.Г., Коваленко С.Г., Ружицька І.П. Вплив торговельних зв'язків на занесення насіння бур'янів // Укр. ботан. журн. — 1995. Т. 52. № 5. С. 664—670
5. Зеленецкий Н.М. Отчет о ботанических исследованиях Бессарабской губернии (уезды Бендерский, Аккерманский и Измаильский).— Одесса: изд. Бесс. губ. зем. управы, 1891— 95 с.
6. Определитель высших растений Украины / отв. ред. Ю.Н. Прокудин.— К.: Фитосоциоцентр, 1999.—546 с.
7. Пачоский И.К. Описание растительности Херсонской губернии.— Вып. 3. Плавни, пески, солончаки, сорные растения: Материалы по исслед. почв и грунтов Херс.губ. — Херсон, 1927. — 223 с.
8. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. — Киев: Наук. думка, 1991. — 204 с.
9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР. — СПб.: Мир и семья, 1995. — 992 с.
10. Lindemann E. Flora Chersonensis. — Odessa, 1889 — 1892. — Vol. 1—2.
11. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. — Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. — 345 p.

КОМПЛЕКСНЫЕ, ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Якубовский Евгений Георгиевич

*инженер вычислительного центра,
Санкт-Петербургский государственный Горный Университет,
г. Санкт-Петербург*

E-mail: Yakubovski@rambler.ru

Рассмотрим систему нелинейных автономных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx_l}{dt} = F_l(x_1, \dots, x_N), l = 1, \dots, N \quad (1)$$

Исследуются комплексные и действительные решения задачи Коши этого дифференциального уравнения в случае действительных и комплексных начальных условиях, при действительном аргументе t , т. е. $x_l(t_0) = x_l^0, l = 1, \dots, N$, где величина t_0 соответствует начальному моменту интегрирования, а величина x_l^0 в общем случае комплексная. Причем в случае действительных значениях $x_k, k = 1, \dots, N$, правая часть (1) действительна. Рассматривается регулярная правая часть дифференциального уравнения $F_l(x_1, \dots, x_N), l = 1, \dots, N$ относительно аргументов x_1, \dots, x_N , т. е. она представляется сходящимся рядом с положительными целыми степенями x_1, \dots, x_N , т. е. правая часть (1) однозначная функция своих аргументов.

Систему дифференциальных уравнений (1) можно представить при не кратных положениях равновесия в виде

$$\frac{dx_l}{dt} = \exp[G_l(x_1, \dots, x_N)] \prod_{s=1}^S (x_l - a_l^s), \quad (2)$$

где введен не обращающийся в ноль множитель $\exp[G_l(x_1, \dots, x_N)]$,

который равен $\exp[G_l(x_1, \dots, x_N)] = F_l(x_1, \dots, x_N) / \prod_{s=1}^S (x_l - a_l^s)$.

При подстановке этого множителя в (2), получим (1). Покажем, что этот множитель в ноль не обращается. Величины a_l^s удовлетворяют условию $F_k(a_1^s, \dots, a_N^s) = 0, k = 1, \dots, N; s = 1, \dots, S$, где величина S конечна.

При условии $x_l \rightarrow a_l^\alpha, l = 1, \dots, N$ имеем конечный предел

$$\exp[G_l(x_1, \dots, x_N)] = \frac{\partial F_l(a_1^\alpha, \dots, a_N^\alpha)}{\partial x_l} / \quad , \quad (3)$$

$$/[(a_l^\alpha - a_l^1) \dots (a_l^\alpha - a_l^{\alpha-1})(a_l^\alpha - a_l^{\alpha+1}) \dots (a_l^\alpha - a_l^S)]$$

Где произвели сокращение множителя $x_l - a_l^\alpha$, числитель дроби в ноль не обращается, так как рассматриваются не совпадающие корни, являющиеся координатами положения равновесия. При этом если правая часть l дифференциального уравнения не зависит от величины от переменной x_l не зависит, надо произвести не вырожденное линейное преобразование $y_k = \sum_{l=1}^N \alpha_{kl} x_l$ и тогда появится зависимость правой части от всех переменных.

При этом дифференциальное уравнение можно записать в виде

$$\frac{dx_l}{dH_l(t, t_0)} = \prod_{s=1}^S (x_l - a_l^s) \quad , \quad (4)$$

$$H_l(t, t_0) = \int_{t_0}^t \exp\{G_l[x_1(t), \dots, x_N(t)]\} dt$$

где: $H_l(t, t_0)$ стремящаяся к бесконечности функция при условии $t \rightarrow \infty$. В случае решения в действительной плоскости это монотонная функция.

Решением дифференциального уравнения (2) является функция $x_l(t)$, удовлетворяющая формуле (5). Для получения (5) разделим уравнение (4) на произведение множителей $x_l - a_l^s$ и умножим (4) на величину $dH_l(t, t_0)$. Раскладываем полученную дробь на сумму простых дробей и их интегрируем. Потенцируя полученное выражение, получим (5)

$$\prod_{s=1}^S (x_l - a_l^s)^{\lambda_i^s} / \prod_{s=1}^S (x_l^0 - a_l^s)^{\lambda_i^s} = \exp[H_l(t, t_0)]; \quad (5)$$

$$\lambda_l^s = 1 / [(a_l^s - a_l^1) \dots (a_l^s - a_l^{s-1})(a_l^s - a_l^{s+1}) \dots (a_l^s - a_l^S)]$$

где все значения координат положения равновесия не одинаковы.

Теорема 1. При решении задачи Коши для системы (1), а значит и решение системы (5) величина $|H_l(t, t_0)| \rightarrow \infty$ при условии $t \rightarrow \infty$. Правую часть (1) считаем регулярными функциями по своим аргументам. Т. е. она либо представляется сходящимся рядом, либо является полиномом многих переменных. Она имеет конечное число не кратных положений равновесия. Она действительна при действительных t, x_k . Задача Коши для системы дифференциальных уравнений (1) определяется при комплексных начальных условиях $x_l(t_0) = x_l^0, l = 1, \dots, N$, где x_l^0 возможно комплексное число. При этом аргументы в правой части формулы (1) будут комплексные, и дифференциальное уравнение будет комплексное, но однозначная функция своих аргументов, при действительном параметре t .

Доказательство.

Если при росте времени до бесконечности величина $H_l = \int_{t_0}^{\infty} \exp\{G_l[x_1(u), \dots, x_N(u)] du$ имеет конечный предел, то имеем

формулу $\exp\{G_l[x_1(t), \dots, x_N(t)]\} = \int_{-\infty}^{\infty} P_l(\omega) \exp(i\omega t) d\omega / 2\pi$. Вычислим спектр сигнала в комплексной плоскости, так как придется интегрировать по комплексной переменной, устремив $t_0 \rightarrow -\infty$.

$$P_l[\omega \exp(i\alpha)] = \int_{-N}^N \exp\{G_l[x_1(t), \dots, x_N(t)]\} \exp[-i\omega t \exp(i\alpha)] dt \sim$$

$$\sim \exp\{G_l[x_1(N), \dots, x_N(N)]\} \frac{\exp[-i\omega N \exp(i\alpha)]}{-i\omega \exp(i\alpha)} -$$

$$- \exp\{G_l[x_1(-N), \dots, x_N(-N)]\} \frac{\exp[i\omega N \exp(i\alpha)]}{-i\omega \exp(i\alpha)}$$

При вычислении последнего интеграла использован вклад граничных точек.

При этом получаем, что интеграл по действительной оси равен вычету в нулевой точке плюс интеграл по дуге окружности с бесконечным радиусом ω в верхней полуплоскости

$$\begin{aligned}
 H_l(t, t_0) &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P_l(\omega)}{2\pi i \omega} \exp(i\omega t) d\omega = \int_{\Omega} \frac{P_l(\omega)}{2\pi i \omega} \exp(i\omega t) d\omega + \\
 &\quad + \int_0^{\pi} \frac{P_l[\omega \exp(i\alpha)]}{2\pi i \omega \exp(i\alpha)} \exp[i\omega \exp(i\alpha)t] d\alpha \sim \\
 &\sim P_l(0) + \int_0^{\pi} \left\{ \frac{\exp\{G_l[x_1(N), \dots, x_N(N)]\}}{2\pi \omega^2 \exp(2i\alpha)} \exp[\exp[i\omega(t-N)\exp(i\alpha)]] \right. \\
 &\quad \left. - \frac{\exp\{G_l[x_1(-N), \dots, x_N(-N)]\}}{2\pi \omega^2 \exp(2i\alpha)} \exp[i\omega(t+N)\exp(i\alpha)] d\alpha \right.
 \end{aligned}$$

При этом контур Ω соответствует обходу снизу нулевой точки $\omega = 0$, и интеграл соответствует вычету в этой точке. При этом величина $H_l(t, t_0)$ стремится к бесконечности $H_l(t, t_0) \rightarrow \infty$, при условии $t \rightarrow \infty$ в силу роста одного из членов на минус бесконечности $-N$, или плюс бесконечности N , так как второй интеграл от нуля до π считается при условии $\omega \rightarrow \infty$.

Конец доказательства.

Теорема 2. Решение системы уравнений (5), а, следовательно, и решение задачи Коши для системы (1) в комплексной плоскости с комплексными начальными условиями конечно на действительном отрезке $t \in [t_0, \infty]$. Правую часть (1) считаем регулярной функцией, заданной сходящимся рядом или полиномом по своим аргументам. Она имеет конечное число не кратных положений равновесия. Она действительна при действительных t, x_k . Задача Коши для системы дифференциальных уравнений (1) определяется при комплексных начальных условиях $x_l(t_0) = x_l^0, l = 1, \dots, N$, где x_l^0 возможно комплексное число. При этом аргументы в правой части формулы (1) будут комплексные, и дифференциальное уравнение будет комплексное, при действительном параметре t .

Доказательство. Сумма коэффициентов λ_i^s по индексу s равна нулю, т. е. $\sum_{s=1}^S \lambda_i^s = 0$. Для доказательства этого тождества рассмотрим полином $S - 1$ степени относительно y

$$P(y) = \sum_{s=1}^S \frac{(y - a_i^1) \dots (y - a_i^{s-1})(y - a_i^{s+1}) \dots (y - a_i^S)}{(a_i^s - a_i^1) \dots (a_i^s - a_i^{s-1})(a_i^s - a_i^{s+1}) \dots (a_i^s - a_i^S)},$$

В точках положения равновесия $y = a_i^s, s = 1, \dots, S$ полином удовлетворяет $P(a_i^s) = 1$. В силу единственности полинома степени $S - 1$, проходящего через S точек, получаем $P(y) = 1$, так как это значение удовлетворяет точкам аппроксимации. Распишем формулу для полинома, равного единице, разделив его на произведение $(y - a_i^1) \dots (y - a_i^S)$, получим

$$\sum_{s=1}^S \frac{1}{(a_i^s - a_i^1) \dots (a_i^s - a_i^{s-1})(a_i^s - a_i^{s+1}) \dots (a_i^s - a_i^S)(a_i^s - y)} + \\ + \frac{1}{(y - a_i^1) \dots (y - a_i^{s-1})(y - a_i^s)(y - a_i^{s+1}) \dots (y - a_i^S)} = 0$$

полагая, $y = a_i^{S+1}$ получим тождество $\sum_{s=1}^{S+1} \lambda_i^s = 0$, в случае, если имеется $S + 1$ положение равновесия.

Допустим, выполняется условие $x_i \rightarrow \infty$. Тогда левая часть (5) стремится к конечному значению, так как $\sum_{s=1}^S \lambda_i^s = 0$, т. е. $H_i(t, t_0) = const$. Но согласно теореме 1 величина $H_i(t, t_0)$ не ограничена. Т. е. допущение о бесконечности решения привело к противоречию, значит решение $x_i(t)$ конечно на любом отрезке $t \in [-\infty, \infty]$.

Конец доказательства.

Теорема 3. Рассматривается задача Коши при произвольных действительных начальных условиях для системы нормальных нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (1). Случай

вырожденного решения задачи Коши – положения равновесия, не рассматривается. В случае, если у системы (1) имеются комплексно-сопряженные положения равновесия, то при конечном аргументе t действительное решение задачи Коши системы (1) при действительных начальных условиях стремится к бесконечности, а потом переходит в комплексное решение, в случае, если все положения равновесия комплексные. При этом правую часть (1) считаем регулярной функцией. Она имеет конечное число не кратных положений равновесия.

Доказательство.

Если решать систему (2) в действительной плоскости при не кратных положениях равновесия, то получим

$$\{-2\lambda_{im}^s \arctan[(x_l - a_l^s) / b_l^s] + \lambda_{rel}^s \ln[(x_l - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2]\} |_{t_0}^t + \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l - c_l^k) |_{t_0}^t = H_l(t, t_0), \quad (6)$$

где: $a_l^s + ib_l^s$ выделенное комплексное положение равновесия,

c_l^s остальные положения равновесия. Коэффициенты λ_l^s удовлетворяют $\sum_s \lambda_l^s = 0$. При этом в сумме $\sum_{s=1}^s \lambda_l^s$ величина действительной части λ_{rel}^s в случае комплексного значения λ_l^s участвует дважды и в силу того, что все числа λ_l^s удовлетворяют условию $\sum_s \lambda_l^s = 0$, имеем формулу $2\lambda_{rel}^s + \sum_k \lambda_l^k = 0$.

Обоснуем формулу (6). Для этого два комплексно сопряженных члена решения преобразуем (для упрощения записи индекс l опускаем)

$$\frac{\lambda_{re}^s + i\lambda_{im}^s}{x - a_s - ib_s} + \frac{\lambda_{re}^s - i\lambda_{im}^s}{x - a_s + ib_s} = \frac{2(x - a_s)\lambda_{re}^s - 2b_s\lambda_{im}^s}{(x - a_s)^2 + b_s^2}, \quad (7)$$

где $\lambda^s = \lambda_{re}^s + i\lambda_{im}^s$. После интегрирования (7) по аргументу x , получим формулу (6)

$$\lambda_{rel}^s \ln[(x - a_s)^2 + b_s^2] - 2\lambda_{iml}^s \arctan \frac{x - a_s}{b_s}.$$

Решение равняется

$$x_l(t) = a_l^s + b_l^s \tan D_l(t),$$

где

$$\begin{aligned} D_l(t) &= \left\{ \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l - c_l^k) \right|_{t_0}^t + \lambda_{rel}^s \ln[(x_l - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2] \Big|_{t_0}^t - H_l(t, t_0) \Big\} / 2\lambda_{iml}^s = \\ &= \left\{ \sum_k \lambda_l^k + 2\lambda_{rel}^s + \sum_k \lambda_l^k \ln(1 - c_l^k / x_l) + \lambda_{rel}^s \ln[(1 - a_l^s / x_l)^2 + (b_l^s)^2 / x_l^2] - \right. \\ &\quad \left. - \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l^0 - c_l^k) - \lambda_{rel}^s \ln[(x_l^0 - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2] - H_l(t, t_0) \right\} / 2\lambda_{iml}^s, \\ &\quad \sum_k \lambda_l^k + 2\lambda_{rel}^s = 0 \end{aligned}$$

При этом величина $\sum_k (\lambda_l^k c_l^k + 2\lambda_{rel}^s a_l^s)$ действительная в силу существования комплексно-сопряженных положений равновесия. Т. е. имеем равенство при условии $|x_l| \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} x_l(t) &= a_l^s + b_l^s \tan D_l(t) = \\ &= a_l^s + b_l^s \tan \left\{ \left[\sum_k \lambda_l^k \ln(1 - c_l^k / x_l) + \lambda_{rel}^s \ln[(1 - a_l^s / x_l)^2 + (b_l^s)^2 / x_l^2] + \right. \right. \quad 8) \\ &\quad \left. - \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l^0 - c_l^k) - \lambda_{rel}^s \ln[(x_l^0 - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2] - H_l(t, t_0) \right] / 2\lambda_{iml}^s \Big\} = \\ &= a_l^s + b_l^s \tan \left\{ \left[- \left(\sum_k \lambda_l^k c_l^k + 2\lambda_{rel}^s a_l^s \right) / x_l + 0(1/x_l^2) \right] + \right. \\ &\quad \left. - \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l^0 - c_l^k) - \lambda_{rel}^s \ln[(x_l^0 - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2] - H_l(t, t_0) \right] / 2\lambda_{iml}^s \Big\} \end{aligned}$$

Это уравнение имеет решение, стремящееся к бесконечности при условии

$$\begin{aligned} \left\{ \sum_k \lambda_l^k \ln(x_l^0 - c_l^k) + \lambda_{rel}^s \ln[(x_l^0 - a_l^s)^2 + (b_l^s)^2] + H_l(t, t_0) \right\} / 2\lambda_{iml}^s &\rightarrow \quad (9) \\ &\rightarrow \pi/2 + \frac{Q_l}{x_l} + A_l \Delta t \end{aligned}$$

Подставляя формулу (13) в формулу (12), получим

$$x_l(t) = a_l^s - \frac{2\lambda_{iml}^s b_l^s}{\sum_n \lambda_l^n \ln(1 - c_l^n / x_l) + \lambda_{rel}^s \ln[(1 - a_l^s / x_l)^2 + (b_l^s)^2 / x_l^2] + Q_l / x_l + A_l \Delta t}$$

При этом, это уравнение имеет решение $|x_l| \rightarrow \infty$, так как сводится к тождеству

$$\frac{\sum_n \lambda_l^n c_l^n + 2\lambda_{rel}^s a_l^s + Q_l}{x_l} + A_l \Delta t + S_l^2 \left(\frac{1}{x_l}\right)^2 + \dots = \frac{2\lambda_{iml}^s b_l^s}{x_l}.$$

Это уравнение определяет бесконечное решение, которое меняет знак бесконечности справа от координаты бесконечности.

При этом решение дифференциального уравнения при росте $H_l(t, t_0)$ может иметь комплексные корни

$$\sum_k \lambda_l^k \ln(x_l - a_l^k) \Big|_{t_0}^t = H_l(t, t_0).$$

При этом, так как справедливо $\sum_k \lambda_l^k = 0$ имеются числа с отрицательной действительной частью λ_l^k , значит неизвестная функция будет стремиться к одному из положений равновесия, чтобы обеспечить бесконечность правой части. Значит, если все положения равновесия комплексные получается конечное комплексное решение при условии бесконечности $H_l(t, t_0)$. Т. е. в промежуточной точке начнется комплексное решение. При этом действительное решение устремится к бесконечности, будут нарушены условия существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений и возникнет комплексное решение.

Конец доказательства.

Приведем пример, описывающий это свойство дифференциального уравнения, переход к комплексному решению. Так для дифференциального уравнения может возникнуть комплексное решение, вместо бесконечного действительного решения

$$\frac{dx}{dt} = 1 + x^2.$$

Причем положения равновесия чисто мнимые $x = \pm i$, и значит, решение может не стремиться к положению равновесия.

Используя неявную схему решения, получим следующее уравнение

$$x = x_0 + (1 + x^2)\Delta t + 0(\Delta t)^2.$$

Разрешая относительно неизвестной функции x , получим неявную схему

$$x = \frac{1 - \sqrt{1 - 4[x_0 + \Delta t + 0(\Delta t)^2]\Delta t}}{2\Delta t}.$$

Которое при условии $x_0 > 1/(4\Delta t) - \Delta t - 0(\Delta t)^2$ определит конечное комплексное решение.

Теорема 4. Для обязательного существования конечного точного решения нелинейных уравнений в частных производных типа (14) необходимо использовать комплексное решение.

Доказательство.

Рассмотрим уравнение в частных производных

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \sum_k [a_{0k} + a_{1k}u + a_{2k}u^2 + \dots] \frac{\partial u}{\partial x_k} + \sum_{k,l} [a_{0kl} + a_{1kl}u + a_{2kl}u^2 + \dots] \frac{\partial^2 u}{\partial x_k \partial x_l} \quad (10)$$

решение ищем в виде

$$u = \sum_{k=0}^N \alpha_k(t) h_k(x_1, \dots, x_3) \quad (11)$$

Сходимость ряда (11) при условии $N \rightarrow \infty$ доказывается в каждом отдельном случае с помощью численного эксперимента.

Подставим в уравнение (10) функцию (11), умножим уравнение (10) на величину $h_n(x_1, \dots, x_3)$, где величина произведений этих функций является интегрируемой по пространству и все эти функции независимы, и проинтегрируем по всему пространству, уравнение (6) может быть сведено к системе уравнений

$$\frac{d\alpha_k(t)}{dt} = b_{k0} + \sum_{n=0}^N b_{k1n}\alpha_n(t) + \sum_{n,m=0}^N b_{k2nm}\alpha_n(t)\alpha_m(t) + \dots, k = 0, \dots, N \quad (12)$$

Рассмотрим случай, когда правая часть (12) является сходящейся функцией, возможно с конечным числом членов. Конечное число членов получается, если коэффициента квазилинейной системы уравнений в частных производных являются полиномом от неизвестной функции u . Где при комплексных положениях равновесия системы уравнений (12), действительное решение $\alpha_n(t)$ стремится к бесконечности, а комплексное решение конечно, аналогично решению системы (1).

При этом необходимо сказать, что имеет конечное значение точное комплексное решение и может оказаться, что в случае разных на порядки решений дифференциального нелинейного уравнения приближенное решение, считаемое с помощью ЭВМ, может стремиться к бесконечности, как решение жесткого обыкновенного дифференциального уравнения.

Покажем, что и величина u стремится к бесконечности, в случае бесконечных коэффициентов $\alpha_n(t)$. Для этого умножим величину (11) на $h_n(x_1, \dots, x_3)$, и проинтегрируем по пространству, получим

$$\sum_{n=0}^N A_{kn}\alpha_n(t) = b_k(t), k = 0, \dots, N$$

$$A_{kn} = \int_V h_n(x_1, \dots, x_3)h_k(x_1, \dots, x_3)dV$$

$$b_k(t) = \int_V u(t, x_1, \dots, x_3)h_k(x_1, \dots, x_3)dV$$

Допустим, величина $u(t, x_1, \dots, x_3)$ конечна. Тогда и величина коэффициентов $b_k(t)$ конечна. В силу независимости функции $h_n(x_1, \dots, x_3)$ и конечности интегралов, равных A_{kn} , определитель матрицы Грамма A_{kn} не вырожден (см. [1]), причем величины $h_n(x_1, \dots, x_3)$ являются векторами со скалярным произведением в виде интеграла по пространству. Но тогда в силу предположения

конечность коэффициентов $b_k(t)$, конечны и коэффициенты $\alpha_n(t)$.

В случае бесконечных коэффициентов $b_k(t)$, бесконечны и коэффициенты $\alpha_n(t)$.

Итак, показано, что для комплексных значений положения равновесия системы дифференциальных уравнений (12), точное решение уравнения в частных производных бесконечно в действительной плоскости и конечно в комплексной плоскости.

Отсюда вывод, решение нелинейного уравнения в частных производных при любом способе решение могут стремиться к бесконечности, а при комплексном решении имеют конечное решение.

Конец доказательства.

Отметим, что необходимость комплексного решения следует из решения нелинейных дифференциальных уравнений.

Физическим смыслом комплексного свободного решения, без наложения связей, в декартовом 3 мерном пространстве, является возникновение вращения траектории. Возникающее вращательное движение при свободном движении частицы является свойством нелинейных систем, когда скорость движения входит в уравнение нелинейно. Этим возникающим вращательным движением в потоке является турбулентность. Причем как показано в разделе 4. комплексное решение определяет средние величины в потоке, действительная часть решения среднюю скорость, а мнимая часть решения определяет среднеквадратичное отклонение скорости при действительных начальных условиях. При этом мнимая часть решения имеет другой физический смысл, она описывает среднее вращение жидкости. Т. е. комплексное решение описывает среднюю скорость в потоке при комплексных начальных условиях.

Теорема 5. В N мерном случае, восстановить комплексный вектор $V_{\text{Re}} \mathbf{V}_t / |\mathbf{V}_t| + i V_{\text{Im}} \mathbf{V}_n / |\mathbf{V}_n|$, у которого действительная и мнимая часть ортогональны, по комплексному вектору $\mathbf{V}_{\text{Re}} + i \mathbf{V}_{\text{Im}}$, у которого действительная и мнимая часть не ортогональна, надо с помощью формулы

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_t &= (\mathbf{V}_{\text{Re}} + V_{\text{Re}} \mathbf{N} / N) / 2, \mathbf{N} = \mathbf{V}_{\text{Re}} V_{\text{Im}}^2 - \mathbf{V}_{\text{Im}} (\mathbf{V}_{\text{Re}} \cdot \mathbf{V}_{\text{Im}}) \\ \mathbf{V}_n &= (\mathbf{V}_{\text{Im}} + V_{\text{Im}} \mathbf{M} / M) / 2, \mathbf{M} = \mathbf{V}_{\text{Im}} V_{\text{Re}}^2 - \mathbf{V}_{\text{Re}} (\mathbf{V}_{\text{Re}} \cdot \mathbf{V}_{\text{Im}}) \end{aligned}$$

Причем эта формула удовлетворяет $(\mathbf{v}_t, \mathbf{v}_n) = 0$. Причем надо отметить, что функции $\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}$ расположены в разных N мерных пространствах, а функция $V_{\text{Re}} \mathbf{V}_t / |\mathbf{V}_t| + i V_{\text{Im}} \mathbf{V}_n / |\mathbf{V}_n|$ построена для одного пространства, в котором действительная и мнимая часть ортогональны.

Доказательство.

Вектора действительной и мнимой части должны быть ортогональны, как на двумерной плоскости, так и в N мерном пространстве. Преобразовать их, это значит построить из действительного и мнимого не ортогонального вектора, два ортогональных вектора.

Причем считаем, что функции $\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}$ заданы в одинаковых пространствах

$$\begin{aligned} N^2 &= V_{\text{Im}}^2 [V_{\text{Re}}^2 V_{\text{Im}}^2 - (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}})^2] \\ M^2 &= V_{\text{Re}}^2 [V_{\text{Re}}^2 V_{\text{Im}}^2 - (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}})^2] \\ (\mathbf{N}, \mathbf{M}) &= (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}) [(V_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}})^2 - V_{\text{Re}}^2 V_{\text{Im}}^2] \end{aligned}$$

Покажем, что векторы $\mathbf{V}_t, \mathbf{V}_n$ ортогональны. Для этого составим скалярное произведение этих векторов

$$\begin{aligned} (\mathbf{V}_t, \mathbf{V}_n) &= (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}) + V_{\text{Im}} [(\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}) V_{\text{Re}}^2 - V_{\text{Re}}^2 (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}})] / M + \\ &+ V_{\text{Re}} [(\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}}) V_{\text{Im}}^2 - V_{\text{Im}}^2 (\mathbf{V}_{\text{Re}}, \mathbf{V}_{\text{Im}})] / N + V_{\text{Re}} V_{\text{Im}} (\mathbf{M}, \mathbf{N}) / MN = 0 \end{aligned}$$

При этом действительный вектор в действительном пространстве, соответствующий комплексному вектору $V_{\text{Re}} \mathbf{V}_t / |\mathbf{V}_t| + i V_{\text{Im}} \mathbf{V}_n / |\mathbf{V}_n|$, равен $\mathbf{v} = V_{\text{Re}} \mathbf{V}_t / |\mathbf{V}_t| + V_{\text{Im}} \mathbf{V}_n / |\mathbf{V}_n|$.

При этом комплексные вектора $\mathbf{V}_{\text{Re}} + i \mathbf{V}_{\text{Im}}$ получаются в результате решения нелинейных уравнений в частных производных, сводящихся к обыкновенным нелинейным дифференциальным уравнениям, а комплексный вектор $V_{\text{Re}} \mathbf{V}_t / |\mathbf{V}_t| + V_{\text{Im}} \mathbf{V}_n / |\mathbf{V}_n|$ построен, и удовлетворяет основному свойству комплексных векторов, его действительная и мнимая часть ортогональны.

Список литературы:

1. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц М.: «Наука», 1988. — 552 с.

1.3. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ПО ЭКСПЕРТИЗЕ КАЧЕСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Бунтова Елена Вячеславовна

*доцент, канд. пед. наук, ФГБГУ ВПО СГСХА,
г. Самара*

E-mail: lena-buntova1@yandex.ru

Буданова Нина Олеговна

*студент, ФГБОУ ВПО СГСХА,
г. Самара*

E-mail: nina-budanova@mail.ru

Макарова Елена Сергеевна

*студент, ФГБОУ ВПО СГСХА,
г. Самара*

E-mail: Elenka151094@mail.ru

Исследование статистических данных методами математической статистики имеет свое применение при проведении работ по товарной экспертизе.

Проведение работ по товарной экспертизе продуктов сельского хозяйства, которые проводятся с целью выяснения, соответствует ли продукция требованиям договоров, ГОСТ, техническим регламентам, стандартам и другим нормативным документам.

Проблема оценки достоверности анализа качественных показателей продукции в проведении работ по товарной экспертизе продуктов сельского хозяйства определила *актуальность темы исследования*.

Цель данной научной работы — показать статистические методы обработки результатов лабораторных исследований в процессе проведения экспертизы масла сливочного, реализуемого в сети магазинов «Магнит» г. Кинеля.

В соответствии с намеченной целью, были поставлены следующие *задачи работы*:

- провести лабораторные исследования по экспертизе качества масла сливочного, реализуемого в сети магазинов «Магнит» г. Кинеля;
- осуществить статистическую обработку результатов лабораторного исследования продукта;
- результаты оформить в виде экспертного заключения.

Объектом исследования явилось масло сливочное.

В основу товарной экспертизы положены наблюдения и эксперимент [2].

Наблюдение — это систематическое, целенаправленное восприятие того или иного объекта или явления без воздействия на изучаемый объект или явление. Наблюдение позволяет получить первоначальную информацию по изучаемому объекту или явлению.

Эксперимент — метод изучения объекта, когда исследователь активно и целенаправленно воздействует на него путем создания искусственных условий или использует естественные условия, необходимые для выявления соответствующих свойств.

Результат эксперимента или измерения всегда содержит некоторую погрешность. Если погрешность мала, то ею можно пренебречь. Что понимают под малой погрешностью? Как оценить величину погрешности? Таким образом, результаты эксперимента нуждаются в теоретическом осмыслении.

Целью любого эксперимента является определение качественной и количественной связи между исследуемыми параметрами, либо оценка численного значения какого-либо параметра [1].

Статистические методы контроля качества продукции в настоящее время приобретают все большее признание и распространение в промышленности.

Основной задачей статистических методов контроля качества является обеспечение рынка пригодной к употреблению продукции и оказание полезных услуг с наименьшими затратами.

Первым этапом работы было проведение исследования по выявлению сортов масла сливочного, имеющего наибольший потребительский спрос у покупателей сети магазинов «Магнит» г. Кинеля.

При расчете предпочтения покупателей, исходили из тех данных, что покупатели масла сливочного ОАО МСЗ «Пестравский» составили 43 % от общего количества покупателей; покупатели масла сливочного ООО «МилкРесурс» г.Нововоронеж — 19% от общего количества

покупателей; ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца — 14 % от общего количества покупателей.

В результате проведенного исследования было выявлено предпочтение покупателей сети магазинов «Магнит» г. Кинеля.

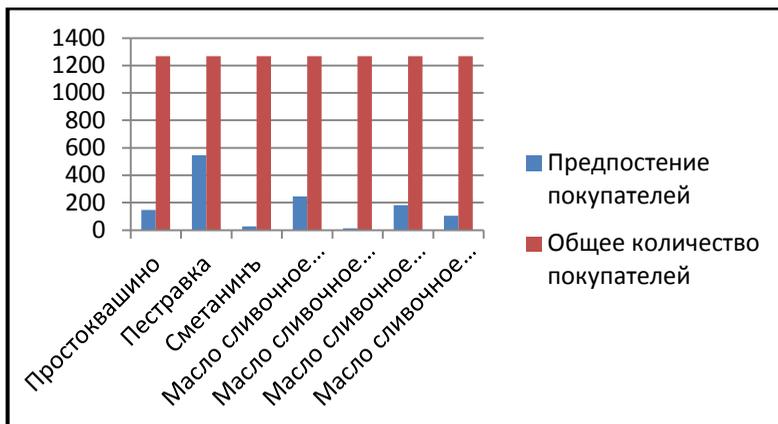


Диаграмма № 1 Предпочтение покупателей сети магазинов «Магнит» г. Кинеля

Результаты лабораторного исследования по экспертизе качества масла сливочного.

Для проведения экспертизы были отобраны три образца масла сливочного «Пестровка» ОАО Пестравский маслозавод, масла крестьянского ООО МилкРесурс г. Нововоронеж и масла сливочного ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца.

Экспертиза качества масла производилась в соответствии с ГОСТ Р 52969 — 2008 «Масло сливочное. Технические условия».

Данные органолептической оценки показателей качества сливочного масла представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели характеризующие потребительские свойства масла сливочного

Показатели, характеризующие потребительские свойства	Наименование производителя		
	Масло крестьянское ООО МилкРесурс г. Нововоронеж	Масло сливочное ООО Маслогостг.Самараул.Земеца	ОАО МСЗ «Пестравский»
Предпочтение покупателей (баллы)	2	1	3
Упаковка и маркировка	2	2	3
Вкус и запах	7	5	8
Цвет	2	1	2
Внешний вид и консистенция	4	3	4

Результаты оценки органолептических свойств в баллах суммировали.

Таблица 2.

Результаты оценки органолептических свойств

Наименование продукта	Итоговый балл
ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж	17
ОАО МСЗ «Пестравский»	20
ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца	12

Термоустойчивость масла показатель качества сливочного масла, характеризующий способность сохранять форму под действием собственной массы при температуре 30⁰С в течении 2 часов.

Коэффициент термоустойчивости масла определяется отношением диаметра цилиндра масла до термостатирования к диаметру основания цилиндра масла после термостатирования.

Данные по показателю термоустойчивости масла представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Показатели термоустойчивости масла сливочного

Наименование продукта	Единичное отклонение ε					
	Коэффициент термоустойчивости					
	1	2	3	4	5	6
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж	0	-0,02	0,01	-0,01	-0,01	0,03
	0,88	0,86	0,89	0,87	0,87	0,91
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца	0	-0,01	-0,01	0	0,03	-0,01
	0,79	0,78	0,78	0,79	0,82	0,78
ОАО МСЗ «Пестравский»	0,01	-0,01	0,02	-0,02	0,01	-0,01
	0,96	0,94	0,97	0,93	0,96	0,94

Одним из показателей точности и правильности измерений является сумма единичных отклонений $\sum \varepsilon_i = 0$ [1].

Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж:

$$\sum \varepsilon_i = 0 - 0,02 + 0,01 - 0,01 - 0,01 + 0,03 = 0.$$

Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца:

$$\sum \varepsilon_i = 0 - 0,01 - 0,01 + 0 + 0,03 - 0,01 = 0.$$

ОАО МСЗ «Пестравский»:

$$\sum \varepsilon_i = 0,01 - 0,01 + 0,02 - 0,02 + 0,01 - 0,01 = 0.$$

Вывод: измерения проведены правильно.

Аналогично были проведены расчёты по двум другим сортам масла сливочного.

Таблица 4.

Сравнение показателя термоустойчивости с требованиями ГОСТ

Наименование продукта	Требование ГОСТ Р 52969-2008	Коэффициент термоустойчивости
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г.Нововоронеж	0,7—1	0,88±0,007
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самараул.Земца	0,7—1	0,79±0,006
ОАО МСЗ «Пестравский»	0,7—1	0,95±0,007

Определение массовой доли влаги в сливочном масле проводили по ГОСТ Р52969. Результаты оценки показателя влажности сливочного масла представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Показатели массовой доли влаги масла сливочного

Наименование продукта	Единичное отклонение					
	Массовая доля влаги, %					
	1	2	3	4	5	6
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г.Нововоронеж	-0,1 14,4	0 14,3	0,1 14,2	-0,1 14,4	0,2 14,1	-0,1 14,4
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самараул.Земца	-0,2 17,8	-0,3 17,3	-0,3 17,3	0,1 17,7	-0,3 17,9	0 17,6
ОАО МСЗ «Пестравский»	0 13,1	-0,1 13,2	-0,1 13,0	0,1 13,2	0 13,1	-0,1 13,0

Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земца:

Выборочная дисперсия для n найденных значений $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ случайной величины:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1} = \frac{2 \cdot (17,6 - 17,3)^2 + (17,6 - 17,8)^2 + (17,6 - 17,7)^2 + (17,6 - 17,9)^2 + (17,6 - 17,6)^2}{5} = 0,0008.$$

Средней квадратической ошибкой отдельного измерения или выборочное отклонение [1]:

$$S = \sqrt{S^2} = 0,0894.$$

При оценке точности полученных результатов вычисляют также выборочную дисперсию среднего значения (среднего результата) [1]:

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)} = 0,0013.$$

Средней квадратической ошибкой среднего арифметического или стандартным отклонением среднего результата [1]:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} = 0,036.$$

Абсолютная ошибка [1]:

$$\varepsilon_{\alpha} = t_{\alpha} \frac{S}{\sqrt{n}} = 2,6 \cdot 0,036 = 0,0936.$$

Таблица 6.

Сравнение показателя массовой доли влаги масла сливочного с требованиями ГОСТ

Наименование продукта	Требование ГОСТ Р 52969-2008, %	Массовая доля влаги, %
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж	не более 25,0	14,3±0,036
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земена	не более 25,0	17,6±0,0365
ОАО МСЗ «Пестравский»	не более 25,0	13,1±0,0509

Оценке подвергали массовую долю жира в продукте. Результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Показатели массовой доли жира масла сливочного

Наименование продукта	Единичное отклонение					
	Массовая доля жира, %					
	1	2	3	4	5	6
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж	-0,4	-0,3	0,5	0,2	0	0
	71,9	72,0	72,8	72,5	72,3	72,3
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца	-0,1	0	0	0,1	-0,2	0,2
	72,4	72,5	72,5	72,6	72,3	72,7
ОАО МСЗ «Пестравский»	0	0,1	-0,2	0	0,1	0
	78,4	78,5	78,2	78,4	78,5	78,4

Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца:

Выборочная дисперсия для n найденных значений $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ случайной величины:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1} =$$

$$= \frac{2 \cdot (72,5 - 72,5)^2 + (72,5 - 72,4)^2 + (72,5 - 72,6)^2 + (72,5 - 72,3)^2 +}{5}$$

$$+ \frac{(72,5 - 72,7)^2}{5} = 0,02.$$

Средней квадратической ошибкой отдельного измерения или выборочное отклонение:

$$S = \sqrt{S^2} = 0,141.$$

При оценке точности полученных результатов вычисляют также выборочную дисперсию среднего значения (среднего результата):

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n - 1)} = 0,0033.$$

Средней квадратической ошибкой среднего арифметического или стандартным отклонением среднего результата:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} = 0,0574.$$

Абсолютная ошибка:

$$\varepsilon_{\alpha} = t_{\alpha} \frac{S}{\sqrt{n}} = 2,6 \cdot 0,0574 = 0,7492.$$

Таблица 8.

Сравнение показателя массовой доли жира масла сливочного с требованиями ГОСТ

Наименование продукта	Требование ГОСТ Р 52969-2008, %	Массовая доля жира в продукте %
Масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж	не менее 72,5	72,3±0,126
Масло сливочное ООО «Масло ГОСТ» г. Самара ул. Земеца	не менее 72,5	72,5±0,0574
ОАО МСЗ «Пестравский»	не менее 72,5	78,4±0,044

Таким образом, масло сливочное производителей масло крестьянское ООО «МилкРесурс» г. Нововоронеж, масло сливочное ООО «МаслоГОСТ» г. Самара ул. Земеца и ОАО МСЗ «Пестравский» соответствует по всем показателям требованиям ГОСТ 52969-2008.

Заключение

Статистическая обработка результатов лабораторных исследований данного товара дала возможность определить достаточно точные значения средних показателей для сравнения с требованиями ГОСТа.

Таким образом, результаты лабораторных исследований по экспертизе продукта явились достаточно достоверными.

Список литературы:

1. Бунтова Е.В. Статистическая обработка результатов измерений: учебное пособие. Самарская ГСХА, Самара: РИЦ СГСХА, 2011. — 86 с.
2. Николаева Н.А. Товарная экспертиза: учебник. Москва: Изд-во «Деловая литература», 1998. — 288 с.

1.4. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

РЕШЕНИЕ ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫХ РАЗРЕЖЕННЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КРЫЛОВСКОГО ПОДПРОСТРАНСТВА

Гусева Юлия Сергеевна

*студент Самарского государственного аэрокосмического
университета имени С.П. Королева,
г. Самара*

E-mail: JGuseva@intellectsoft.com

Гоголева Софья Юрьевна

*доцент Самарского государственного аэрокосмического
университета имени С.П. Королева,
г. Самара*

E-mail: gogoleva_s@mail.ru

Введение

Математические модели многих практических задач приводят к решению СЛАУ с большими и разреженными матрицами коэффициентов, в которых большинство элементов равны нулю. Приписывание матрице свойства разреженности эквивалентно утверждению о существовании алгоритма, использующего её разреженность. Когда большая доля коэффициентов матрицы состоит из нулей, вполне очевидно, что нам не хотелось бы хранить в памяти компьютера все эти нули. Поэтому матричные алгоритмы должны проектироваться таким образом, чтобы обрабатывались только ненулевые элементы и чтобы на основании предварительного знания о расположении ненулевых элементов избегались операции типа сложения с нулем или умножения на нуль. Таким образом число операций, производимых машиной при исполнении алгоритма, пропорционально числу ненулевых элементов, а не числу всех элементов матрицы. Серьезную проблему при работе с разреженными матрицами представляет численная устойчивость [1, с. 195].

Когда методы типа гауссова исключения требуют слишком много времени или памяти для решения систем уравнений используются итерационные методы. При решении плохо обусловленных разреженных СЛАУ возникает необходимость выбора метода, который позволит получить при решении точный результат и наименьшее заполнение (возникновение новых ненулевых элементов) [3, с. 29]. Наиболее эффективными и устойчивыми среди итерационных методов решения таких систем уравнений являются так называемые проекционные методы, и особенно тот их класс, который связан с проектированием на подпространства Крылова. Эти методы обладают целым рядом достоинств: они устойчивы, допускают эффективное распараллеливание, работу с различными строчными (столбцовыми) форматами и предобуславливателями разных типов.

Постановка задачи

Рассмотрим систему линейных алгебраических уравнений

$$Ax = b, \quad (1)$$

где: $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ — плохо обусловленная разреженная матрица,

$$x \in \mathbb{R}^n, \quad b \in \mathbb{R}^n.$$

В данной работе проводится сравнительный анализ итерационных методов для решения плохо обусловленных разреженных СЛАУ. В качестве исследуемых методов выбраны: метод сопряженных градиентов (CG), метод минимальных невязок (MinRes), сдвоенный метод сопряженных направлений (CGS), квазимиимальных невязок (QMR) [6, с. 2].

В вопросах выбора того или иного способа решения СЛАУ важно учитывать структуру матрицы A [4, с. 2; 5, с. 47]. Это связано с тем, что не каждый метод дает возможность получить гарантированный результат для определенной системы линейных уравнений.

Таким образом, критерием сравнения итерационных методов решения СЛАУ будут: погрешность результатов, скорость сходимости, структура матрицы.

Результаты численных исследований показали, что для решения СЛАУ с матрицей A являющейся симметричной/несимметричной и хорошо обусловленной к нормальным уравнениям лучше применять метод CG. Если матрица A - симметричная и плохо обусловленная,

то лучшую сходимость показал метод MinRes. Для A- несимметричной, плохо обусловленной — метод квазиминимальных невязок [7].

Для улучшения скорости сходимости итерационных методов используют предобуславливание матрицы системы. Оно заключается в том, что подбирается такая матрица предобуславливания, что при этом процедура решения СЛАУ является не слишком трудоемкой и численно устойчивой [2, с. 313]. Правильный выбор предобуславливателя, зависящий от конкретной задачи, может в огромной степени ускорить сходимость [9, с. 211]. В действительности, хороший предобуславливатель часто необходим для того, чтобы итерационный метод вообще сошелся.

В данной работе было рассмотрено несколько видов предобуславливания для метода квазиминимальных невязок с разреженными плохо обусловленными матрицами: левое и правое предобуславливание с использованием QR — разложения, левое и правое предобуславливание с использованием LU — разложения, а также с использованием модификации LU — разложения [8, с. 315].

Таблица 1.

Сравнение относительной погрешности предобуславливателей

Матрица	LU- разложение		LU- разложение(модификация)	QR- разложение	
	(левое)	(правое)		(левое)	(правое)
SHL_0	4,9e-07	1,3e-10	1,1e-010	1,2e-09	1,9e-10
BCSSTK14	1,9e-11	1,6e-11	3,12e-12	1,12e-11	1,10e-11
BCSSTK20	7,7e-11	6,8e-11	4,5e-13	4,4e-13	2,2e-12
WEST 0132	6,9e-06	1,5e-05	5,3e-010	4,3e-09	2,4e-08
NOS5	2,5e-15	2,7e-15	4,9e-16	4,8e-16	4,8e-16
NOS7	1,9e-10	2,2e-10	3,6e-15	2,6e-15	4,6e-16
BCSSTK19	1,5e-09	1,6e-09	7,1e-10	7,3e-11	6,1e-11
MCCA	5,1e-07	—	2,6e-07	1,6e-07	3,1e-07
MCFE	5,7e-09	—	7,5e-12	4,5e-11	5,01e-11
ARC130	1,1e-05	8e-10	2,3e-10	2,5e-09	6,8e-10
GR_30_30	1,1e-14	1,3e-15	3,4e-14	9,4e-15	1,2e-15

Заключение

В статье был рассмотрен метод квазиминимальных невязок применительно к решению разреженных плохо обусловленных СЛАУ и различные варианты выбора предобуславливателя. Метод квазиминимальных невязок, основанный на использовании предобуслав-

ливателя, полученного с помощью модификации LU- разложения дал наилучший результат по численной устойчивости.

Список литературы:

1. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления/ Под ред. В.В. Воеводина. — М.: «Мир», 1999. — 548 с.
2. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения / Пер. с англ. Х.Д. Икрамова. — М.: «Мир», 2001. — 430 с.
3. Писсанецки С. Технология разреженных матриц/ Под ред. Х.Д. Икрамова — М.: «Мир», 1988. — 410 с.
4. Станкевич, И.В. Хранение и использование разреженных матриц в конечно- элементной технологии. Журнал «Наука и Образование». — 2005. — 10 октября.
5. Тьюарсон Р. Разреженные матрицы/ Под ред. Х.Д. Икрамова. — М.: «Мир», 1977. — 172 с.
6. Bucker Martin, Basermann Achim. A comparison of QMR, CGS and TFQMR on a distributed memory machine / Bucker Martin //Mathematics of computation. — 1994 — 31 may
7. Harwell-Boeing Collection — [Электронный ресурс] – Режим доступа. — URL: <http://math.nist.gov/MatrixMarket/data/Harwell-Boeing/> (дата обращения: 15.12.2012)
8. Roland W. Freund, Noel M. Nachtigal. QMR: a Quasi-Minimal Residual Method for Non—Hermitian Linear Systems / Roland W. Freund, Noel M. Nachtigal // Journal Math. — 1991. — №60. — p. 315—339.
9. Saad, Y. Iterative methods for sparse linear systems / Y. Saad. // SIAM. — 2003. — 447 p.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ПРИОРИТЕТНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ АГЕНТОВ

Топчий Антон Владимирович
аспирант, ИСОиП (филиал) ДГТУ,
г. Шахты
E-mail: anton_s.topchiy@mail.ru

Введение.

Работа с информацией в современном обществе стала неотъемлемым и очень важным процессом. При этом количество и сложность информации, с которой необходимо работать современному специалисту, постоянно растут. Что требует развития программного обеспечения расширяющего интеллектуальные возможности компьютера, которые позволят снизить нагрузку на пользователя. К таким возможностям можно отнести работу со слабоструктурированной информацией и её представлением в виде объектов.

Для работы со слабоструктурированной информацией можно применить мультиагентную систему, в которой агенты реализованы с помощью объектов [3]. Для уменьшения времени выполнения команд системой, можно осуществлять не последовательное обращение между объектами, а приоритетное. Т. е. каждый агент будет иметь список приоритетов, из которого в случае если ему необходимо, он сможет выбрать наиболее значимый и воспользоваться им.

Главной целью этой работы являлась разработка и описание мультиагентной системы, агенты которой взаимодействуют в порядке приоритетов установленных между ними. Для выполнения поставленной цели были сформулированы две основные задачи:

- Разработать программную реализацию требуемой мультиагентной системы.
- Определить скорость и особенности обучения реализованной системы.

Поиск и описание метода.

В основу разрабатываемой мультиагентной системы с приоритетным взаимодействием агентов было решено положить ранее написанный модуль, с уже реализованной возможностью построения мультиагентной системы для работы со слабоструктурированной информацией [3]. Агенты в этом модуле взаимодействовали последовательно, т. е. каждый элемент системы поочерёдно получал команду и обрабатывал её. Общее строение этих агентов приведённое на рисунке 1 [2, 3].

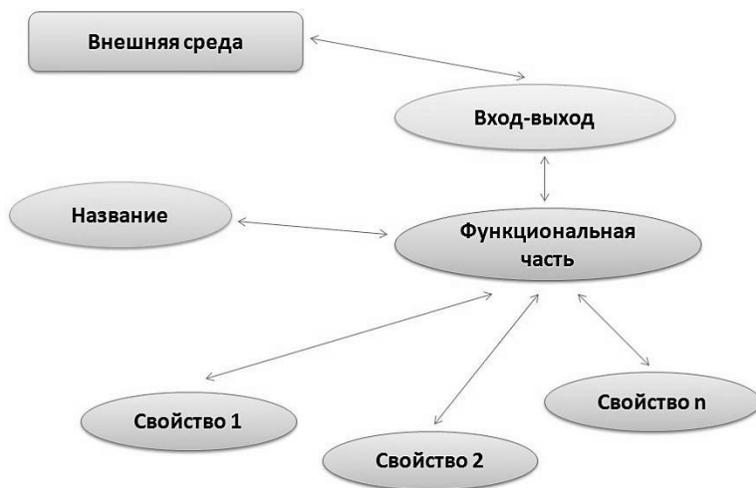


Рисунок 1. Строение агента [2, 3]

Как видно из рисунка 1, у каждого агента есть «Вход-выход», который отвечает за взаимодействие с другими агентами и внешней средой. Построение взаимодействий между агентами через вход-выход позволяет отделить их друг от друга и от внешней среды [2].

Помимо этого на рисунке 1 можно видеть элементы «Название» и «Свойства», которые лежат в основе строения агента, они были заимствованы из сетевой модели Коллинза и Квиллиана (см. рис. 2) [1].

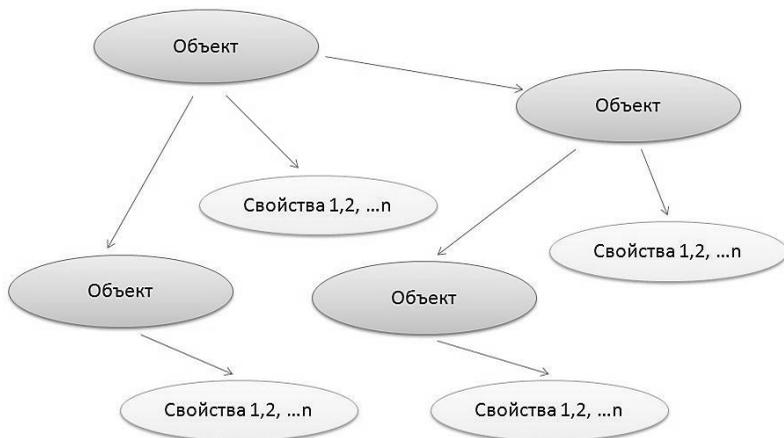


Рисунок 2. Сетевая модель Коллинза А. и Квиллиана Р. (1968) [1]

Модель представляет некоторое количество объектов, отражающих сущности нашего мира, особенности которых описаны в свойствах этих объектов [1]. Несмотря на простоту строения, эта модель позволяет описать очень большое разнообразие объектов, что делает её довольно универсальной.

Последней составной частью агента является функциональная часть (см. рис. 1), которая представляет набор функций, позволяющих агенту выполнять поставленные перед ним задачи [2].

В целом мультиагентная система состоит из множества таких агентов (см. рис. 1.) содержащих описания различных сущностей из нашего мира. Для объединения агентов в единую систему используется хранилище объектов, на рисунке 1 оно отображено как «внешняя среда». Это хранилище занимается выполнением внешних функций и управлением системой и для каждого агента является внешней средой [2].

Для того чтобы описанные выше агенты взаимодействовали приоритетно в них было необходимо внести следующие изменения:

- Добавить возможность запоминать связи с другими агентами.
- Реализовать возможность выбора из имеющихся связей наиболее значимой, с последующим обращением по ней.
- Переделать обращения между агентами, так что бы они могли не только передавать запросы, но и возвращали результат по ним.

Предполагалось, что образование приоритетов между агентами должно привести к формированию сети элементов, похожей на описанную в теории распространения активаций Коллинза и Лофтус (см. рис. 3).



Рисунок 3. Теория распространения активаций Коллинза А. и Лофтус Э. (1975) [1]

Сама теория распространения активаций представляет ассоциативную сеть, в которой содержатся понятия связанные между собой. Ассоциативные связи между понятиями, в зависимости от их логических особенностей, могут различаться по своей значимости [1].

Реализация.

Для реализации мультиагентной системы, с приоритетным взаимодействием между агентами, было решено использовать Delphi 7. Причинами данного выбора являлись умение работать в этой среде, модуль мультиагентной системы, агенты которого планируется модернизировать, был написан на Delphi 7 [3] и что немаловажно данная среда имеет достаточно широкие возможности, для реализации поставленной задачи [4].

Результатом проделанной работы стала небольшая программа, которая состоит из внешнего интерфейса и модуля в котором

реализована мультиагентная модель с приоритетным взаимодействием между агентами.

Внешний интерфейс был частично написан ранее, для работы с предыдущей реализацией модуля мультиагентной системы с последовательным взаимодействием между агентами. Таким образом, в нём уже имелся некоторый набор возможностей, для работы с мультиагентной системой, например [3]:

- Загрузка объектов;
- Возможность запросить объект с определёнными параметрами;
- Получение результатов работы модуля.

Но для работы с системой, состоящей из приоритетно взаимодействующих агентов, этого было недостаточно. Поэтому в интерфейс была добавлена возможность сохранения мультиагентной системы. Эта возможность позволяет сохранять новые приоритетные связи и изменения в них, благодаря чему можно проследить работу системы при неограниченно большом количестве обращений к ней. Реализация возможности сохранять изменения в агентах осуществлялась как в интерфейсе, так и в модуле мультиагентной системы. Необходимость этого была обусловлена тем, что модуль должен был оставаться независимым от интерфейса.

Модуль мультиагентной системы состоит из следующих логически выделенных частей [3]:

- Интерфейса модуля, являющегося набором функций, вызвав которые можно передать необходимую команду в модуль.
- Хранилища объектов, являющегося логически выделенной частью, реализованной в виде объекта, хранящего и управляющего агентами, и являющегося для каждого из них внешней средой.
- Пространства агентов — состоящего из n -го количества агентов, реализованных с помощью объектов.

Такая структура модуля даёт ему функциональную независимость и делает возможным подключать его к другим программам, помимо этого такое строение упрощает внесение в него различного рода изменений.

Основных изменений внесённых в модуль несколько, одним из них является образование и редактирование связей. Т. е. если раньше, агенты после выполнения команды просто пересылали её другому агенту, то теперь они стали ещё и возвращать результат своей работы, элементу системы который их вызвал, при условии, что он является агентом. В свою очередь агент получивший ответ на свой запрос начинает обрабатывать его.

Если ответ отрицательный, то агент может уменьшить значение существующей связи, при условии, что она есть и её значение больше минимального. При положительном ответе создаётся новая связь или усиливается существующая. Такое управление связями между агентами позволило автоматизировать их обучение и добавить своеобразную субъективность в обращения между агентами.

Для того, что бы агенты всё же выполняли обращения по приоритетам, в них добавлена функция, которая вычисляет самый значимый приоритет, из списка ещё неиспользованных. На случай если приоритета у агента нет, то подразумевается, что он связан с остальными элементами системы 0-ми связями. При этом за каждое обращение к системе каждый агент имеет возможность только один раз воспользоваться 0-ой связью. К какому элементу, это обращение будет адресовано, определяется с помощью генерации случайных чисел. При этом необходимо заметить довольно существенную особенность, если по 0-ой связи было произведено обращение к агенту, который занят или уже закончил работу, то он автоматически даёт нейтральный ответ, в результате чего необученная или слабо обученная система может прекратить свою работу.

Полученная в результате программа позволила выполнить все необходимые эксперименты над мультиагентной системой с приоритетным взаимодействием между агентами.

Особенности работы программы.

Для тестирования полученной мультиагентной системы было проведено два эксперимента, которые должны были выявить основные особенности работы реализованной системы. А также определить оптимизируют ли приоритетные взаимодействия, между агентами, работу системы.

Цель первого эксперимента заключалась в определении скорости и особенностей обучения реализованной мультиагентной системы. Было решено считать её обученной, при условии, что система должна полностью выполнять поставленную перед ней задачу.

Сам эксперимент осуществлялся на системе, состоящей из 22 агентов, содержащих описания различных сущностей, которые можно разделить на 5 групп: Книги, Люди, Студенты, Солдаты, Композиторы. У сущностей входящих в разные группы значительно различались свойства, что позволяет сказать, что все они в совокупности представляли массив слабоструктурированных данных.

Задача ставящаяся перед системой, во время эксперимента, заключалась в возвращении объекта(ов), по нескольким, субъективно заданным, свойствам.

На момент начала эксперимента между агентами существовали только 0-ые связи, которые позволяют каждому из них за одно обращение к системе взаимодействовать с одним n -ым элементом. В процессе эксперимента к системе было осуществлено 75 обращений, за которые она достаточно обучилась, что бы постоянно возвращать все соответствующие поставленному условию объекты.

В процессе проведения эксперимента были замечены некоторые особенностей в обучении мультиагентной системы. Например, что скорость обучения системы зависит от количества удачных обращений к ней, т. е. чем чаще она возвращается ответ, тем быстрее осуществляется её обучение. В свою очередь вероятность ответа зависит от количества агентов способных выполнить поставленную задачу и от плотности связей между ними. Причём, в начале обучения системы большое значение имеет количество агентов способных выполнить поставленную задачу. Но после образования достаточно большого количества связей система перестаёт зависеть от количества агентов способных выполнить ставящуюся задачу.

Следующий эксперимент проводился с целью определить особенности дальнейшего обучения мультиагентной системы с приоритетным взаимодействием между агентами. Для этого планировалось получить среднее количество обращений между агентами, а также построить графическую схему мультиагентной системы с установленными во время работы приоритетами. Для построения схемы более обученной мультиагентной системы, было решено использовать настройки приоритетов между агентами, полученные в первом эксперименте.

В первой части эксперимента к системе было осуществлено 30 обращений с целью поиска 6-и различных объектов. В результате было определено, что в системе, до получения ответа, между агентами в среднем происходит около 14 взаимодействий. Это говорит о том, что недавно обученная мультиагентная система с приоритетным взаимодействием между агентами имеет среднюю скорость работы данными. Т. е. особых преимуществ перед мультиагентной системой с последовательной передачей запросов между агентами [3], приоритетное взаимодействие не показало. Но учитывая, что система ещё слабо обучена, было решено проверить её работу при более однородных запросах.

Таким образом вторая часть эксперимента состояла в поиске одного объекта на протяжении 60 обращений к системе. Этот опыт показал, что в течении первых 30 обращений, система имела в среднем около 12 обращений между агентами, до получения ответа.

Но в последующих 30-и обращениях к системе, количество взаимодействий между агентами снизилось до 4,6. Из чего следует, что система обучилась выполнять одну и ту же команду быстрее. Это даёт возможность предположить, что после более длительного обучения система будет выполнять значительно быстрее наиболее частые задачи. Для проверки этого был сделан рисунок, отображающий образованные между агентами, в результате экспериментов, приоритетные связи (см. рис. 4).

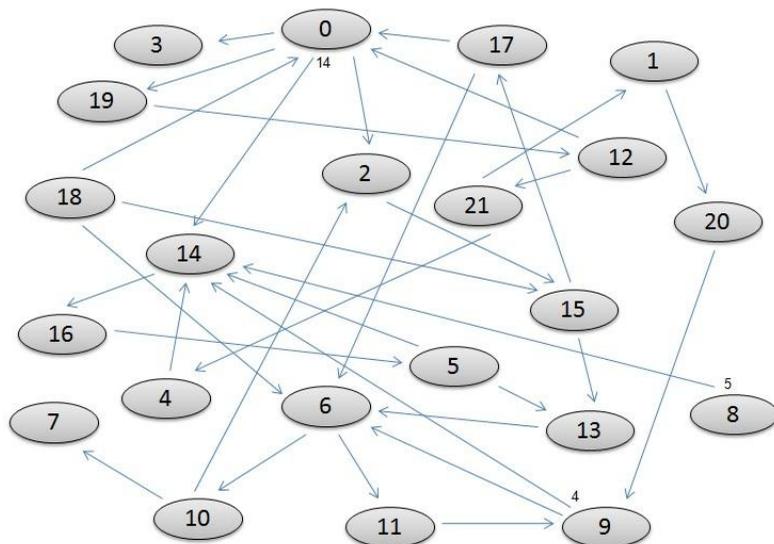


Рисунок 4. Сеть приоритетов, образованных между агентами

Как видно из рисунка 4 связи распределены неравномерно, например на 6-го и 14-го агентов направлено наибольшее количество связей, это говорит о том, что они чаще остальных положительно выполняли поступившую в систему задачу и как результат остальные элементы выстроили приоритетные связи к ним. Также можно заметить, что 9-ый агент имеет более сильную связь с 14-ым элементом, нежели чем с 6-ым, о чём говорит 4-ка в основании этой приоритетной связи, указывающая на её силу. Как результат, получается, что система обучилась быстрее запускать 14-го и 6-го агентов, что позволяет ей быстрее возвращать результаты по задачам связанным с ними.

По результатам второго эксперимента можно сказать, что мультиагентная система с приоритетным взаимодействием между агентами обучается быстрее выполнять наиболее частые запросы. Как видно из рисунка 4, обучение происходит с помощью образования новых связей и изменения их веса.

Заключение

Подводя итоги данной работы, можно сказать, что поставленная в начале работы цель была достигнута, как результат была написана программная реализация мультиагентной системы с приоритетным взаимодействием между агентами. При этом был выявлен ряд особенностей, которые необходимо учитывать при реализации таких систем.

Также были проведены эксперименты, по результатам которых было выяснено, что агенты системы способны к обучению при помощи образования и изменения связей между собой. Было подтверждено предположение, что при длительном использовании мультиагентной системы, наиболее часто поступающие команды начинают выполняться быстрее, что оптимизирует скорость работы системы.

Обобщая полученные результаты можно сказать, что мультиагентные системы с приоритетным взаимодействием между агентами перспективны, но в этом направлении требуется дальнейшие разработки. В первую очередь планируется заняться выработкой методов, позволяющих ускорить обучение таких систем.

Список литературы.

1. Солсо Р. Когнитивная психология — 6-е изд. // СПб.: Питер, 2006. 589 с.
2. Топчий А.В. Анализ и структурирование данных // Актуальные проблемы техники и технологии: докл. Всерос. Конф. Шахты, 2012.
3. Топчий А.В. Работа со слабоструктурированными данными // Физико-математические науки и информационные технологии: Теория и практика: материалы международной заочной научно-практической конференции, Новосибирск, 2012. С. 42-48.
4. Фленов М.Е. Библия Delphi // СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 880 с.

2.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

ТРЕХУРОВНЕВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМИ СРЕДСТВАМИ МНОГОПЛАНОВОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кряжич Ольга Александровна

*аспирант, мл. науч. сотр., ИПММС НАНУ,
г. Киев*

E-mail: economconsult@gmail.com

Актуальность данной темы состоит в том, что во время экономического кризиса проблема функционирования потенциально опасных и опасных предприятий, в частности, предприятий химической промышленности, в странах постсоветского пространства усложняются в части обеспечения техногенной безопасности. Объясняется это рядом причин, в том числе — несвоевременным проведением плановых ремонтов, отсутствием модернизации, старением основных производственных фондов.

Целью данной работы является обоснование использования трехуровневой автоматизированной системы управления импульсными средствами многоплановой защиты на предприятиях химической промышленности, как потенциально опасных объектах для человека и окружающей среды.

Для обеспечения надежной противопожарной защиты рядом исследователей [1—5, 7] было предложено использование импульсных средств одновременно с традиционными или самостоятельно. В данной работе под импульсной универсальной (многоплановой) защитой подразумевается тушение пожара, локализация и ликвидация воздействия взрыва с выбросом опасного вещества, пара, пылевого облака, в т. ч. радиоактивного, путем тонкодисперсного распыления воды или другого огнетушащего состава на активный очаг с помощью импульса, возникающего в результате использования специального

заряда. Эффективность импульсных средств для многоплановой защиты доказана в работе [2, с. 8].

Новые современные системы импульсной универсальной защиты — тушения пожаров, предотвращения взрывов, локализации токсичных разливов, — позволяют ликвидировать аварийную ситуацию на потенциально опасном предприятии химической промышленности в десятки раз быстрее и эффективнее, чем традиционные водные, пенные и порошковые противопожарные средства [3, с. 11]. Кроме того, импульсные средства позволяют осуществлять многоплановую защиту [4, с. 58], т. е., одновременно локализовать и ликвидировать, например, пожар в производственном помещении, сопровождающийся разливом опасного вещества.

Однако применение импульсного оборудования требует построения моделей, методик, алгоритмов с целью создания новых информационных технологий обеспечения управления и реагирования на чрезвычайную ситуацию [4, с. 61].

В настоящее время на предприятиях противопожарные системы функционируют на двух уровнях: автоматическом и автоматизированном. В случае, если эти два уровня не смогли полностью локализовать и ликвидировать аварийную ситуацию, задействуются все имеющиеся в распоряжении силы и средства противопожарной защиты. В работе [6, с. 13] доказано, что в условиях чрезвычайных ситуаций целесообразно и эффективно использование третьего — ситуационного — уровня в организации системы противопожарной защиты предприятия с целью обеспечения эффективной локализации и ликвидации аварийной ситуации, недопущения выхода аварии за пределы рабочей зоны предприятия химической промышленности.

Автоматический, автоматизированный и ситуационный уровни такой системы позволят не только быстро локализовать и ликвидировать загорание или выброс химического вещества, но и выиграть время для принятия квалифицированного решения относительно действий по предупреждению аварии, путем превентивных действий. Предлагаемую трехуровневую систему можно представить как диаграмму состояний UML для реализации информационной технологии (ИТ) управления импульсными средствами многоплановой защиты (ИСМЗ) предприятия (рис. 1).

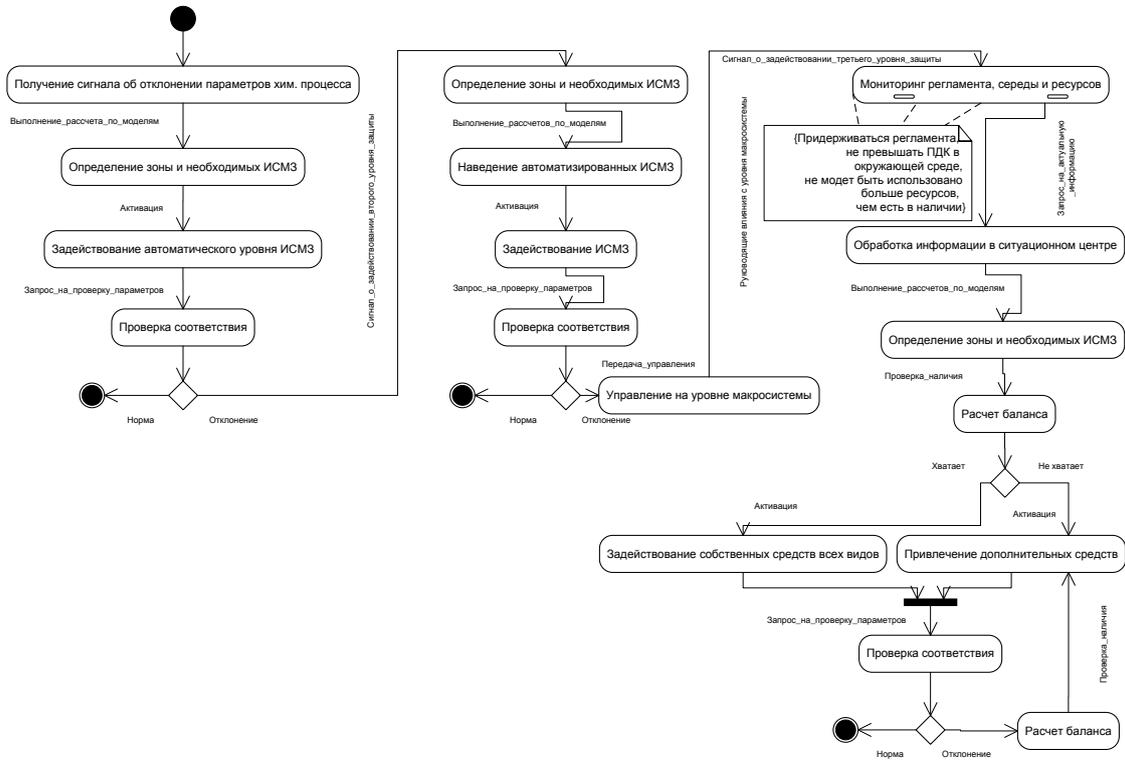


Рисунок 1. Диаграмма состояний UML для ИТ управления импульсной многоплановой защитой

Автоматическая импульсная подсистема многоплановой защиты является первым уровнем предлагаемой системы реализуется в подразделениях предприятия химической промышленности. Главной целью автоматической подсистемы является недопущение выхода события за границы критической.

Автоматическая подсистема базируется на основе соединения нескольких импульсных исполнительных устройств и установок, которые обеспечивают многоплановую комбинированную защиту от пожаров и взрывов по гибко регулируемому алгоритму, который включает серию высокоточных выбросов с заданными параметрами влияния: масштаб, интенсивность, скорость, мощность, продолжительность, равномерность, вид, а также интервалами между последовательными влияниями.

Автоматизированная подсистема включается в тот момент, когда автоматические средства приостановили процесс развития аварии. Главной целью автоматизированной подсистемы является недопущение перехода аварийной ситуации в полномасштабную аварию. Это уровень действий, как отдельного производственного подразделения, так и предприятия химической промышленности в целом.

Система работает в реальном масштабе времени, ограниченном спецификой управляемого объекта и соответствующем переходу возникшего пожара в аномальное горение. Автоматически получаемые данные-параметры от системы датчиков — температуры (теплового поля), излучения-пламени, давления (ударной волны), состава газов в воздушной среде суммируются с помощью комплекса управляющих программ, анализируются и на основе анализа вырабатываются команды управления работой исполнительных подсистем. Необходимое быстродействие системы определяется реальной скоростью распространения пламени или развития других последствий аварии, определяемых по анализу показаний датчиков в совокупности с реальными, текущими данными из системы управления объектом.

На третьем, ситуационном, уровне импульсной защиты предприятия химической промышленности, который должен начать свою работу еще при получении сигналов о выходе технологического процесса за границы допустимого уровня, происходит передача управления ситуацией на объекте к ведению макросистемы [6, с. 17], с задействованием всех имеющихся средств импульсной многоплановой защиты. Это позволит получать актуальную информацию с места события и в полной мере использовать все технологические преимущества импульсных средств многоплановой защиты, отмеченные в работе [2, с. 37].

Цель ситуационной подсистемы импульсной многоплановой защиты предприятия химической промышленности — недопущение перехода аварии в катастрофу, выхода аварии за границы рабочей площадки, локализация и ликвидация аварии исходя из ситуации на предприятии с привлечением лиц, принимающих решения, со стороны предприятия, но под руководством лиц, принимающих решения, на уровне макросистемы.

Ситуационная подсистема требует определенных средств системы поддержки принятия решений для получения, обработки и прогнозирования возможных вариантов развития аварийной ситуации, определение границ катастрофического влияния, моделирование необходимых действий и контроля за выполнением принятых решений.

Выводы

В целом можно отметить, что новая система позволит объективно оценить по показаниям датчиков масштаб возгорания, а по информации от автоматической системы управления технологическим процессом, реальное текущее значение степени пожароопасности на участке, где произошло возгорание или потенциальную возможность развития других последствий аварии и, соответственно, ввести в действие оптимальное в данном конкретном случае количество исполнительных, импульсных устройств, распыляющих залпом только на требуемую площадь огнетушащие или защитные составы.

Представленная диаграмма состояний UML показывает определенный цикл, согласно которому можно выбрать решение в сложившейся на предприятии ситуации. Цикл проходит не только процедуры анализа, внесения изменений и адаптации объекта, но и обязательно предусматривает обратную связь, которая позволяет получить информацию о состоянии системы после внесения изменений. Обратная связь является одним из основных требований при использовании технологии ситуационного управления, поскольку является контрольной процедурой проверки качества принятых решений.

Предложенное построение трехуровневой системы импульсной противопожарной защиты предприятия химической промышленности может быть положено в основу разработки информационной технологии поддержки принятия решений по обеспечению управления безопасностью любого потенциально опасного объекта.

Список литературы:

1. Ахметов Д.Г. Вихревые кольца / Отв. Ред. Пухначев В.В. — Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2007 — 152 с.
2. Захматов В.Д. Техника многоплановой защиты / Захматов В.Д. — М.: ИПМ АН СССР, 1991. — 124 с.
3. Захматов В.Д. Личное оружие пожарного для тушения пожаров в лесу, небоскребах и зонах катастроф / В.Д. Захматов, Н.В. Щербак // Пожарная безопасность в строительстве. — 2011 — № 3. — С. 58—65.
4. Захматов В.Д. Теоретические основы разработки импульсной техники пожаротушения и многоплановой защиты / Захматов В.Д. — К.: Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича, АН Украины, 1994. — 72 с.
5. Мешман, Л.М., Цариченко, С.Г., Былинкин, В.А., Алешин, В.В., Копылов Н.П. Оросители водяных и пенных автоматических установок пожаротушения: учеб.-метод. пособие / под общ. ред. Н.П. Копылова. — М.: ВНИИПО МЧС России, 2002, — 224 с.
6. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы // Управляющие системы и машины. — 2005. — № 7. — С. 13—21.
7. Организация, тактика и техника тушения пожаров на объектах народного хозяйства. Сборник научных трудов / Абдурагимов И.М., Башкирцев М.П., Брушлинский Н.Н. и др. — М.: Изд-во ВИПТШ МВД СССР, 1988. — 187 с.

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЛИЯНИЯ ДВУХ КАПЕЛЬ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Вагнер Сергей Александрович

магистрант, ТГУ,

г. Томск

E-mail: yagnerserge@gmail.com

Пономарева Мария Андреевна

канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, ТГУ,

г. Томск

Процесс слияния вязких капель имеет широкое распространение в различных областях науки и техники: в порошковой и химической технологиях, астрофизике, космонавтике, метеорологии, атомной промышленности и т. д.

Особенность задачи о слиянии капель состоит в необходимости удовлетворения граничных условий в окрестности контактного перешейка на начальной стадии слияния, когда граница области решения сильно искривлена. При численном моделировании данная проблема решается путем задания в начальный момент уже сформировавшегося контактного перешейка малого радиуса, что обеспечивает достаточную гладкость границы [3]. Такое допущение является обоснованным, так как согласно многим экспериментальным оценкам, в частности [4, 8], время образования начального перешейка при соприкосновении капель чрезвычайно мало по сравнению со временем процесса.

В настоящей работе в плоской постановке с использованием модели ползущего течения решена задача о слиянии двух капель

вязкой жидкости. Для решения задачи используется не прямой метод граничных элементов, хорошо зарекомендовавший себя при исследовании течений жидкости в присутствии больших деформаций свободной границы.

1. Постановка задачи и метод решения. Рассматривается процесс слияния двух вязких капель одной и тоже жидкости. Задача формулируется в плоской постановке, в приближении ползущего течения, без учета силы тяжести. Математическая постановка, включающая уравнения движения и уравнения неразрывности в безразмерном виде записывается следующим образом:

$$\frac{\partial \Pi_{ij}}{\partial x_j} = 0, \quad \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0, \quad i, j = 1, 2 \quad (1)$$

где: $\Pi_{ij} = -p\delta_{ij} + 2\varepsilon_{ij}$,

p — давление,

δ_{ij} — символ Кронекера, $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$,

u_i — компоненты вектора скорости,

x_i — декартовы координаты.

Граница области решения Γ включает в себя только свободную поверхность. Формы границы в начальный и конечный моменты времени показаны на рис. 1, где R_1 и R_2 соответственно радиусы верхней и нижней каплей, R — радиус результирующей капли. В соответствии с выше описанным допущением, в начальный момент времени уже существует контактный перешеек малого радиуса.

Динамичное граничное условие на свободной поверхности заключается в отсутствии касательных напряжений и равенстве скачка нормальных напряжений давлению Лапласа, и записывается в виде

$$t_i = \Pi_{ij} n_j = -\kappa n_i, \quad x_i \in \Gamma \quad (2)$$

где: t_i — компоненты усилий на свободной поверхности,

n_i — компоненты внешнего нормального к поверхности единичного вектора,

κ — значение кривизны свободной поверхности.

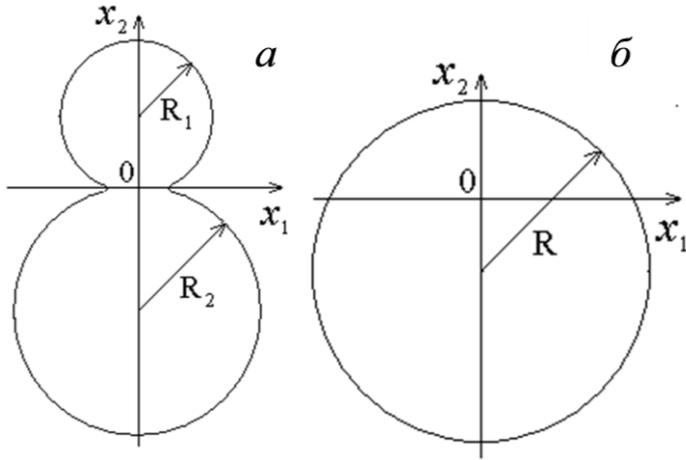


Рисунок 1. Формы свободной поверхности:

а — в процессе слияния, б — образовавшаяся в результате слияния

Деформация формы свободной поверхности с течением времени происходит в соответствии с кинематическим условием, которое в лагранжевом представлении записывается в форме

$$\frac{dx_i}{dt} = u_i, x_i \in \Gamma \quad (3)$$

Таким образом, задача рассматривается в квазистационарной постановке. После решения уравнений (1), для найденной формы свободной границы (или заданной при $t=0$) с краевым условием (2) в соответствии с вычисленными значениями скоростей на свободной поверхности и кинематическим условием (3) рассчитывается новое положение границы.

Для решения задачи используется непрямой метод граничных элементов [2]. Исходная система дифференциальных уравнений (1), заменяется эквивалентной системой граничных интегральных уравнений

$$u_i(x) = \int_{\Gamma} G_{ij}(x, \xi) \varphi_j(\xi) d\Gamma(\xi), t_i(x) = \int_{\Gamma} F_{ij}(x, \xi) \varphi_j(\xi) d\Gamma(\xi) \quad (1.4)$$

где $d\Gamma(\xi)$ означает интегрирование по свободной поверхности S ; плотность фиктивных источников $\varphi_j(\xi)$ находится, исходя

из граничных условий; $F_{ij}(x, \xi)$ и $G_{ij}(x, \xi)$ — фундаментальные сингулярные решения линеаризованной системы уравнений Навье-Стокса, x — точка наблюдения, ξ — точка приложения нагрузки.

Граница области разбивается на N прямолинейных отрезков (элементов), вдоль которых искомая функция $\varphi_j(\xi)$ считается постоянной. Полученная система алгебраических уравнений решается методом Гаусса. Значение скоростей и напряжений на границе области находятся численным интегрированием. Для вычисления новой формы свободной границы в соответствии с (3) используется схема Эйлера. Шаг по времени выбирается из условия Куранта.

2. Результаты численного исследования. Рис. 2—5 относятся к случаю слияния капель одинакового размера. На рис. 2 представлена эволюция форм свободной поверхности в процессе слияния двух капель одинакового размера. Видно, что граница области решения стремится принять форму окружности, то есть, форму, которая соответствует минимуму потенциальной энергии. Этап, характеризующийся затухающими колебаниями, отсутствует, так как инерционные эффекты не учитываются. На рис. 3 представлено соответствующее поле вектора скорости в процессе слияния, по которому можно судить о степени интенсивности движения жидкости в различных частях капель.

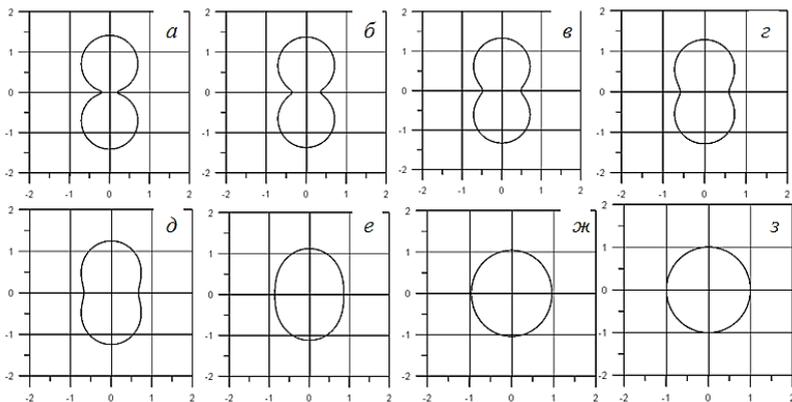


Рисунок 2. Формы свободной поверхности при слиянии двух капель с одинаковыми начальными радиусами в различные моменты времени:

a — $t=0.0$, $б$ — 0.2 , $в$ — 0.4 , $з$ — 0.6 , $д$ — 0.8 ,
 e — 1.6 , $ж$ — 2.8 , $з$ — 5.2

На начальном этапе скорость значительна во всей области течения, далее она убывает. На рис. 4 изображены формы свободной границы рассматриваемой области, которые принимает свободная поверхность через одинаковый промежуток времени. Таким образом, по расстояниям между кривыми можно судить о скорости движения свободной поверхности в различных ее частях, в ходе всего процесса слияния. Видно, что скорость свободной поверхности значительна как в области контактного перешейка, так и на верхней и нижней частях фигуры слияния. Также можно заметить, что существуют четыре точки на свободной поверхности (координаты по оси Oy , соответствуют центрам капель в начальный момент времени), которые остаются неподвижными в течение всего процесса. Математически этот факт доказывается в следующих работах [5—7].

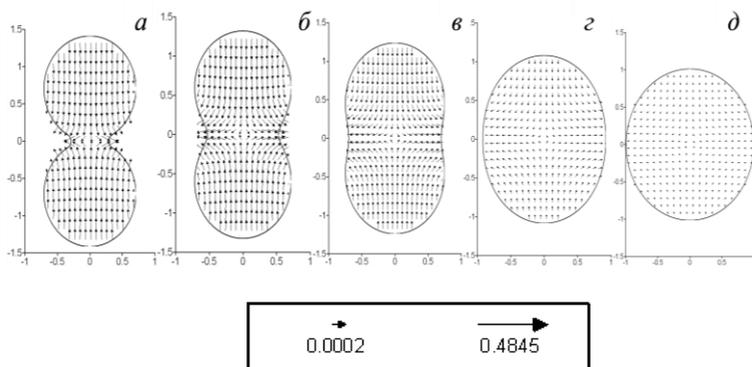


Рисунок 3. Поле вектора скорости в процесс слияния двух капель одинакового размера: а — 0.0, б — 0.4, в — 0.8, г — 1.4, д — 4.0

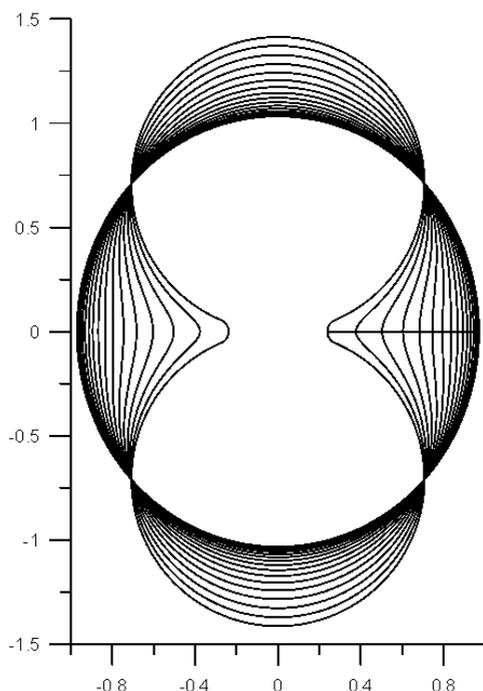


Рисунок 4. Эволюция свободной поверхности в случае слияния двух капель одинакового размера (промежутку времени $\Delta t=0.2$)

Весь процесс условно можно разделить на два этапа. Начальный быстрый этап, который длится около 2 двух единиц безразмерного времени, отличается наибольшими скоростями движения, как свободной поверхности, так и жидкости внутри капель. Основная часть процесса слияния проходит именно за этот период. Вторым медленным этапом, который характеризуется малыми скоростями, как свободной поверхности, так и жидкости внутри капель. Этап продолжается около трех единиц времени. За это форма свободной поверхности из овала медленно принимает форму окружности.

Графики на рис. 5 показывают сравнения с уже известными результатами. Из сравнения зависимостей контактного перешейка от времени, можно сделать вывод о качественном отличии плоского и осесимметричного случаев (сравнение с [7]) и соответствие с теоретическими исследованиями в плоском случае (сравнение с [4]).

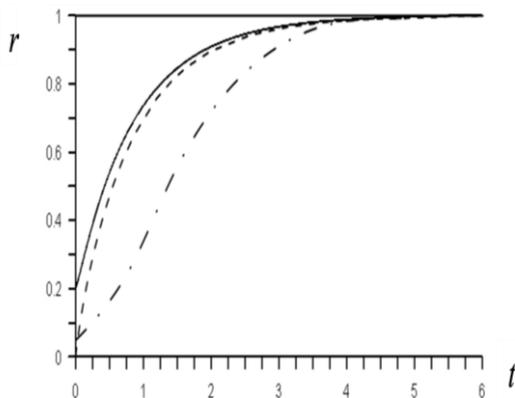


Рисунок 5. Зависимость радиуса контактного перешейка r от времени t при слиянии капель одинаковых размеров: сплошная линия — расчет, пунктирная — в соответствии с [5], штрихпунктирная — в соответствии с [1]

Рис. 6—8 относятся к случаю слияния капель разного размера. В данной работе рассматриваются процессы слияния капель с отношениями радиусов в начальный момент времени $R_1/R_2=1/2$ и $R_1/R_2=1/3$. На рис. 6 представлена последовательность форм свободной поверхности в течение всего процесса для $R_1/R_2=1/2$. Также на этом рисунке показана эволюция границы раздела двух капель.

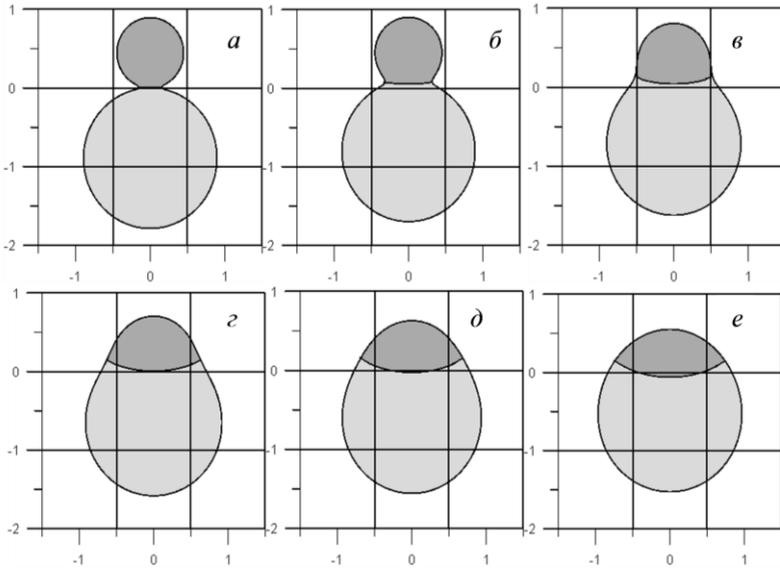


Рисунок 6. Формы свободной поверхности при слиянии двух капель с разными начальными радиусами в различные моменты времени

(Отношение радиусов $R_1/R_2=1/2$):

$a — t=0.0, б — 0.2, з — 0.6, e — 1.0, ж — 1.4, и — 2.2$

На рис. 7 изображено поле вектора скорости внутри сливающихся капель для случая $R_1/R_2=1/3$. Рис. 8 демонстрирует эволюцию форм свободной поверхности через одинаковый промежуток времени. Исследования показали следующие результаты. Весь процесс слияния можно условно разделить на три этапа. Первый этап, самый динамичный, характеризуется значительными скоростями во всей области течения. Причем, основные изменения свободная поверхность претерпевает в области контактного перешейка и нижней части рассматриваемой области, в то время как верхняя часть остается практически неподвижной. На втором этапе течение в области, соответствующей в начальные моменты времени большой капле замедляется, тогда как в верхней части области, течение остается существенным. На третьем этапе течение во всей области замедляется, и фигура медленно принимает форму окружности. Первые два этапа длятся около половины единицы безразмерного времени, а третий этап длится около 1.5 единицы. Данные наблюдения можно трактовать

следующим образом. После того как капли различных размеров приходят в соприкосновение, большая приближается к ней, занимая окончательное положение. Затем малая капля вливается в общий объем, что сопровождается интенсивным течением в окрестности места вливания.

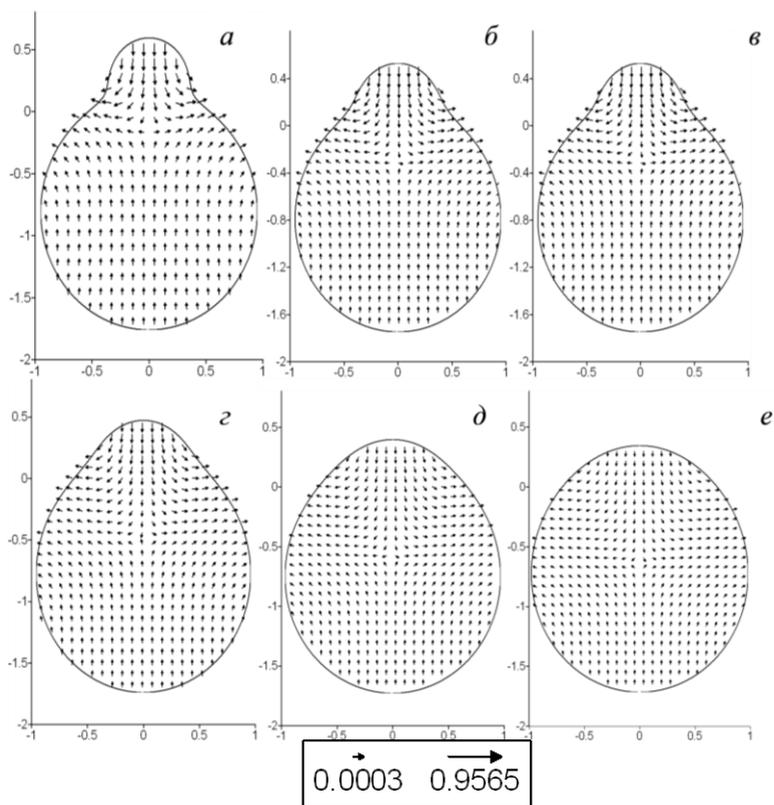


Рисунок 7. Поле вектора скорости в различные моменты времени для случая слияния двух капель $R_1/R_2 = 1/3$: а — 0.2, б — 0.4, в — 0.6, г — 0.8, д — 1.2, е — 1.8

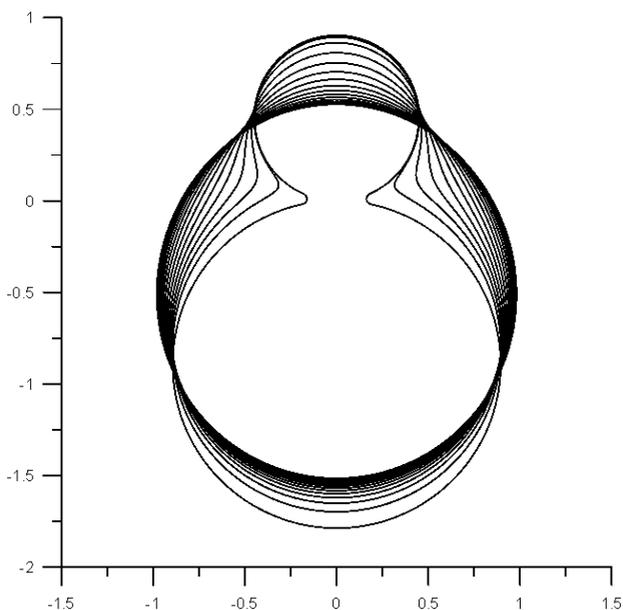


Рисунок 8. Эволюция свободной поверхности в случае слияния двух капель различных начальных радиусов, $R_1/R_2=1/2$ (промежуток времени $\Delta t=0.2$)

Заключение. В настоящей работе в плоской постановке с использованием модели ползущего течения решена задача о слиянии двух капель вязкой жидкости под действием сил поверхностного натяжения. Представлены картины слияния для различных начальных радиусов сливающихся капель. Показано распределение внутреннего поля вектора скорости. Проведена оценка времени слияния. Результаты расчетов сопоставлены с известными теоретическими и экспериментальными данными. Из анализа распределения поля вектора скорости внутри жидкости сделан вывод, что для случая слияния одинаковых капель, как на начальном этапе, так и в ходе всего процесса, скорости по абсолютной величине во всех частях капель, как в области перешейка, так и на удалении, соизмеримы. Для случая двух капель различных начальных радиусов, скорость в ходе процесса в различных частях капель может существенно отличаться. На основе полученных результатов предложено разбиение процесса слияния на этапы, в зависимости от поля скоростей внутри жидкости в различные моменты времени. Для случая слияния капель различных

начальных радиусов представлены также эволюция границы раздела между каплями, что позволило увидеть, какое место занимает малая капля в объеме большой в результате слияния.

Список литературы:

1. Гегузин Я.Е. Слияние вязких сфер под действием сил поверхностного натяжения // Докл. АН СССР. — 1971. — Т. 200, № 5. — С. 1051—1054.
2. Козлобродов А.Н., Шрагер Г.Р., Якутенок В.А. Моделирование гидромеханических течений в технологии переработки полимерных материалов. — Томск: изд-во ТГУ, 1999. — 230 с.
3. Сметанин С.В., Шрагер Г.Р., Якутенок В.А. Численное исследование слияния капель вязкой жидкости // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. — 2000. — № 6. — С. 27—33.
4. Beysens D.A., Andrieu C., Nikolayev V.S., Pomeau Y. Coalescence of sessile drops // J. Fluid Mech. — 2002. — Vol. 453. P. 427—438.
5. Hopper R.W. Coalescence of two-equal cylinders — exact results for creeping viscous plane flow driven by capillarity // J. Am. Ceram. Soc. — 1984. — Vol. 67. — P. 262—264.
6. Hopper R.W. Coalescence of two viscous cylinders by capillarity: part II, shape evolution // J. Am. Ceram. Soc. — 1993. — Vol. 76. — P. 2953—2960.
7. Hopper R.W. Plane stokes flow driven by capillarity on a free surface // J. Fluid Mech. — 1990. — Vol. 213. — P. 349—375.
8. Menchaka-Rocha A., Martinez-Davalos A., Nunez R., Popinet S., Zaleski S. Coalescence of liquid drops by surface tension // Phys. Rev. E. — 2001. — Vol. 63. — 046309.

3.2. ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ТРЕХФАЗНОГО АКТУАТОРА

Крживка Владимир

*докторант кафедры электроэнергетики
Чешского технического университета в Праге,
г. Прага
E-mail: krivkva@fel.cvut.cz*

*Данная статья была написана в ходе работе по гранту:
GACR P102/11/0498.*

В данной статье рассматривается математическая модель однонаправленного трехфазового актуатора (линейного привода), его принцип работы, его числовое решение с использованием рабочих параметров и характеристик для различных значений тока возбуждения, приводятся полученные результаты и указывается дальнейшее направление работы.

Во многих сферах промышленности используются устройства с перемещением по точным координатам, работа которых основана на механических, пневматических, гидравлических принципах и, как правило, требующая дополнительное (газовое, масляное, водное) оснащение.

К рассмотрению предлагается иной способ достижения перемещения на плоскости: изменение электромагнитного поля во времени. Управление движением будет осуществляться через изменение величины возбуждающих токов с постоянной частотой 50 Гц. На рисунке 1 приведены два варианта конструкции устройства.

Как видно из рисунка 1, в канавках магнитной цепи 1, которые могут находиться либо в одной или в обеих частях схемы, находятся трехфазные или многофазные обмотки 2. Актуатор работает в немагнитной среде, предпочтительно в воздухе. Между нижней и верхней частями магнитной цепи находится электропроводящая, но немагнитнопроводящая пластина 3 (например, из алюминия), которая под воздействием электродинамических сил левитирует и может перемещаться в направлении оси x [3, с. 1].

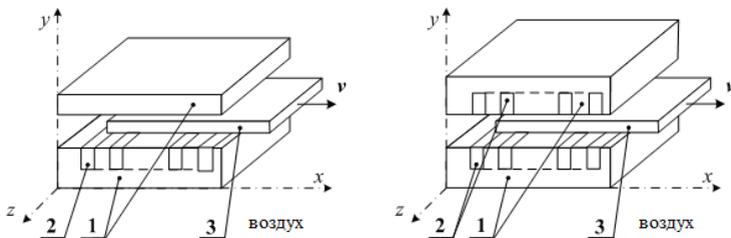


Рисунок 1. Варианты конструкции призматического актуатора [3, с. 1]

(слева — с простой обмоткой, справа — с двойной обмоткой)
1 — магнитная цепь; 2 — трехфазные (многофазные) обмотки; 3 — электропроводящая, но немагнитнопроводящая пластина

Гармонические токи, протекающие через обмотки 2 в магнитной цепи 1, создают изменяющееся магнитное поле, являющееся типичным представителем бегущей волны. Это поле создает в пластине 3 ток почти в противоположенном направлении (т. е. сдвиг практически на 180°) относительно возбуждающих токов (рисунок 2).

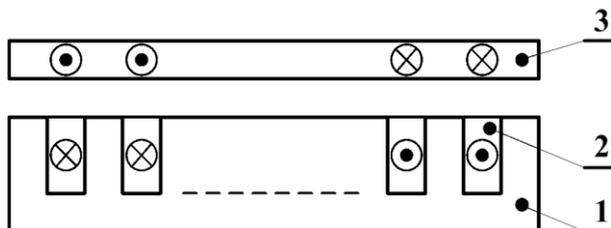


Рисунок 2. Возбуждающие токи и токи индуцированные в проводящей пластине [3, с. 1]

В результате взаимодействия между магнитными полями, созданными токами возбуждения, и токами, индуцированными в пластине, возникает сила F_{ed} , которая состоит из двух компонентов: $F_{ed,x}$ и $F_{ed,y}$.

Компонент $F_{ed,y}$ — сила отталкивания пластины от магнитной цепи (т. е. в направлении по оси y). При условии, что $F_{ed,y} > F_G$

(гравитационная сила пластины), пластина может свободно левитировать в зазоре магнитной цепи. Пластина будет перемещаться по оси x , когда компонент $F_{ed,x} \neq 0$ (рисунок 3).

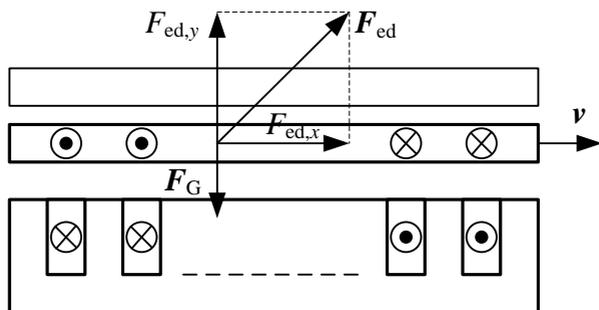


Рисунок 3. Силы в системе [3, с. 2]

Построение математической модели устройства основывается на численном решении для его характеристик и эксплуатационных параметров при различных амплитудах. Ограничивающими условиями являются значения температур обоих проводников обмотки возбуждения и самой пластины, данные температуры с учетом использования изоляционного материала не должны превышать 200°C [3, с. 2].

Решение поставленной задачи не может обойтись без введения ряда упрощений. Главным из них является игнорирование третьего размера, а именно, пренебрегая влиянием краевых эффектов в направлении оси z , принимаем, что актуатор в направлении данной оси имеет бесконечную длину, и решение задачи будет проведено в плоскости xu .

Другим упрощающим предположением является то, что относительная проницаемость магнитной цепи является постоянной. Благодаря воздушному зазору в системе, который приводит к более высокому магнитному сопротивлению магнитного пути, значение магнитного насыщения железа не слишком высоко и находится в линейной части характеристики намагничивания. Введение данного упрощения поможет предотвратить возникновение большой ошибки в расчетах.

Предположение, что пластина перемещается только в направлении $\pm x$ практически удовлетворяет действительности, поскольку

магнитная цепь покрыта веществом с низким коэффициентом трения, таких, как тефлон, с наличием узкого воздушного зазора, следовательно, наклон пластины в воздушном зазоре маловероятен.

Уравнения движения плиты могут быть записаны в виде [4, с. 286]

$$m \frac{dv}{dt} = \sum F, \quad \frac{dx}{dt} = v, \quad (1)$$

где: v — скорость пластины в направлении $\pm x$;

m — вес пластины;

$\sum F$ — сумма внешних сил, действующих в направлении $\pm x$.

Начальные условия для системы уравнений (1) будут выглядеть следующим образом

$$v(0) = 0, \quad x(0) = x_0. \quad (2)$$

Член $\sum F$ состоит из электродинамической силы вожжения $F_{ed,x}$ и, как правило, нескольких пассивных сопротивлений, действующих против $F_{ed,x}$.

Сумму всех электродинамических сил, действующих на пластину, найдем с помощью интегрирования объемных сил по всему объему пластины в соответствии с уравнениями

$$F_{ed,x} = \int_V f_{La,x} dV, \quad F_{ed,y} = \int_V f_{La,y} dV \quad (3)$$

Одно из пассивных сопротивлений, действующих против $F_{ed,x}$, состоит из сопротивления трения, вызванного на поверхности магнитной цепи (которая покрыта скользящим изоляционным слоем), и имеет значение равное

$$F_{x,p1} = -fF_y, \quad (4)$$

где: F_y — суммарная сила, которая толкает пластину на верхнюю или нижнюю части магнитной цепи. Эта сила возникает при сложении

силы тяжести пластины $F_g = mg$ и y -компоненты электродинамической силы $F_{ed,y}$.

Другое пассивное сопротивление равно аэродинамическому, действующему в направлении противоположном движению пластины. Данное сопротивление может быть определено из соотношения [4, с. 286]

$$F_{x,p2} = -\frac{1}{2}\rho cSv^2, \quad (5)$$

Где: ρ — плотность воздуха;

S — размер передней поверхности пластины;

c — коэффициентом сопротивления.

После подстановки в (1), получим систему из двух нелинейных дифференциальных уравнений, которые необходимо решить численно.

Приведем наглядный пример, целью которого является оценка следующих зависимостей:

1. суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси x от положения пластины;
2. суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси y от положения пластины;
3. суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси x от значения плотности тока в возбуждающих обмотках (катушках);
4. положения подвижной пластины актуатора от времени;
5. скорости движущейся пластиной актуатора от времени.

С учетом допущений, значения, полученные в программе Agros2D [2], [5], рассчитаны на 1 м длины по оси z . Таким образом, задача решена как двумерная с небольшими погрешностями. Геометрическое решение трехфазного актуатора показано на рисунке 4, а итоговая конфигурация трехфазовой обмотки — на рисунке 5. Список строительных материалов вместе с их физическими свойствами приведены в Таблице 1.

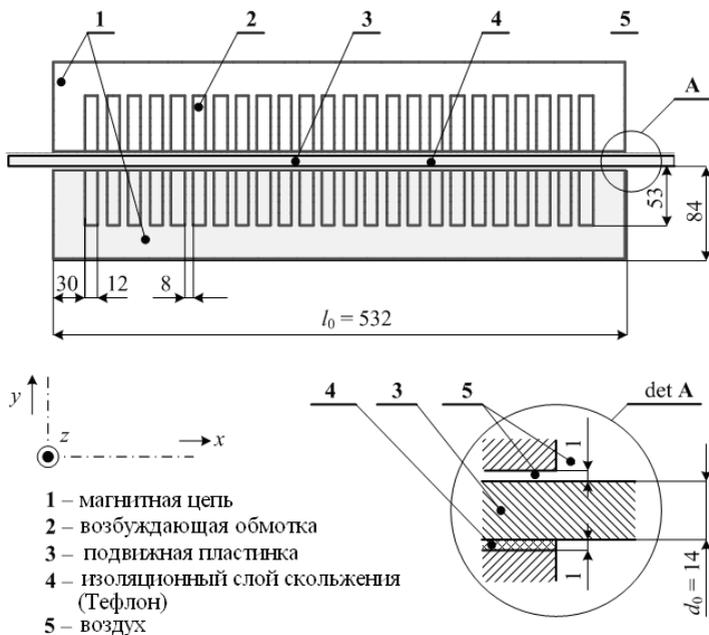


Рисунок 4. Геометрическое решение трехфазного актуатора [1, с. 3740]

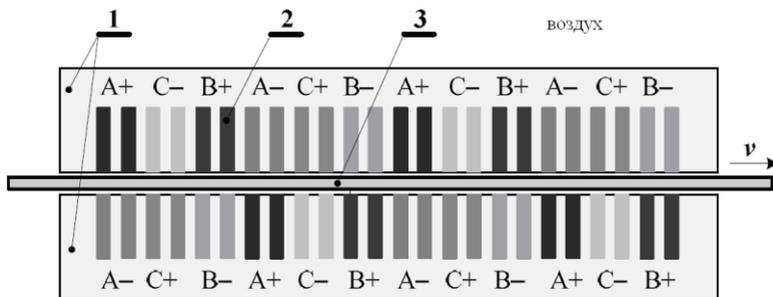


Рисунок 5. Конфигурация трехфазовой обмотки [1, с. 3740]

Вначале в программе Agros2D [2], [5], создается схема актуатора в соответствии с рисунком 5, после этого определяются области (рисунки 4 и 5) с физическими свойствами, приведенными в Таблице 1, затем плитка пошагово (шаг равен 0,004 м) пропускается в зазоре так, чтобы каждая канавка попала, по крайней мере, на три таких шага.

После расчетов записываем значение суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси x при различных токах трехфазовой обмотки (см. рисунки 6—9). Для автоматизации и ускорения расчетов был создан сценарий в программе Python Lab.

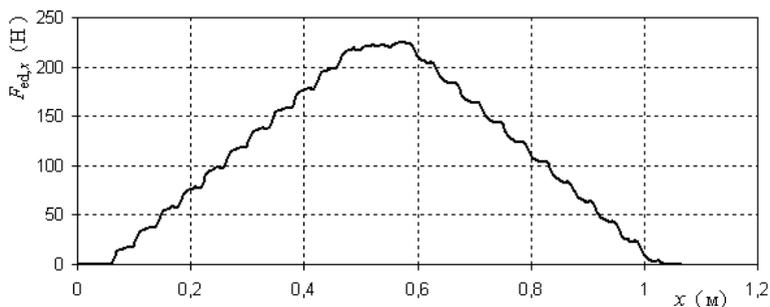


Рисунок 6. Зависимость суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси x от положения пластины при нулевой скорости и плотности тока 4 А/мм²

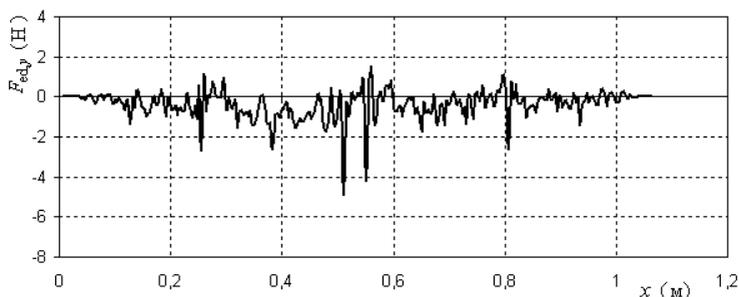


Рисунок 7. Зависимость суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси y от положения пластины при нулевой скорости и плотности тока 4 А/мм²

Таблица 1.

Физические свойства использованных материалов [1, с. 3742], [3, с. 18]

Материал	Свойство	Значение
Магнитная цепь — углеродистая сталь 12 040	Относительная магнитная проницаемость μ_T	2000
Трехфазные медные катушки	Относительная магнитная проницаемость μ_T Диаметр провода D Количество проводов N Коэффициент заполнения k Электрическая проводимость γ^* Частота f Плотность тока J	1 1 мм 1700 0,785 $4,47 \cdot 10^7$ S/м 50 Гц $1,2; 4; 6 \cdot 10^6$ А/мм ²
Подвижная алюминивая пластина (Al 99,75 %)	Относительная магнитная проницаемость μ_T Электрическая проводимость γ Длина пластины l	1 $3,4 \cdot 10^7$ S/м 0,532 м
Тефлоновая скользящая поверхность	Относительная магнитная проницаемость μ_T	1
Воздушный зазор и наружный воздух	Относительная магнитная проницаемость μ_T	1

* скорректировано относительно коэффициента заполнения

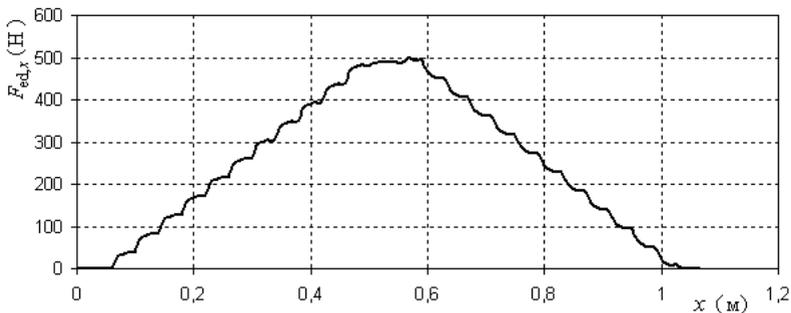


Рисунок 8. Зависимость суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси x от положения пластины при нулевой скорости и плотности тока 6 А/мм²

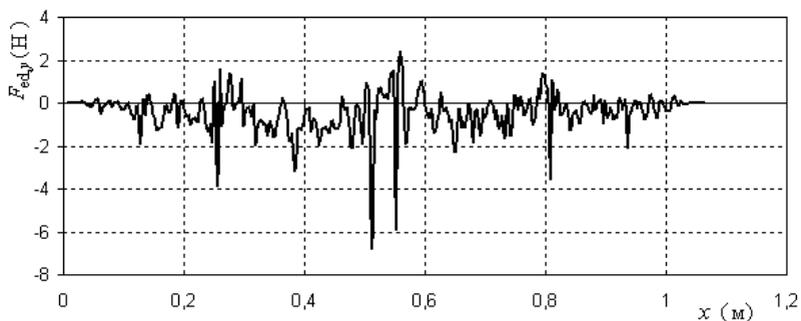


Рисунок 9. Зависимость суммарной электродинамической силы, действующей на пластину в направлении оси y от положения пластины при нулевой скорости и плотности тока 6 А/мм^2

Из рисунков 8 и 9 видно, что суммарная электродинамическая сила, действующая на пластину по оси y , имеет колебательный характер, что объясняется наличием числовой погрешности программы. В идеальном варианте эта сила близка к нулю, и, в сравнении с силой тяжести пластины (204,6 Н), пренебрежимо мала, поэтому, при нахождении следующих зависимостей: позиции пластины от времени и скорости пластины от времени, можно данной силой пренебречь.

Далее представлена зависимость максимальной электродинамической силы, действующей на пластину по оси x , от плотности тока (рисунок 10). Вид зависимости близок к квадратичной, что связано с тем, что значение магнитного насыщения магнитной цепи находится в линейной части характеристики намагничивания. С увеличением насыщения магнитной цепи (в нелинейном случае), эта зависимость не увеличивается квадратично, а медленнее. Линейный случай обеспечивает максимально возможное значение силы и параметров движения (скорость) пластины в актуаторе.

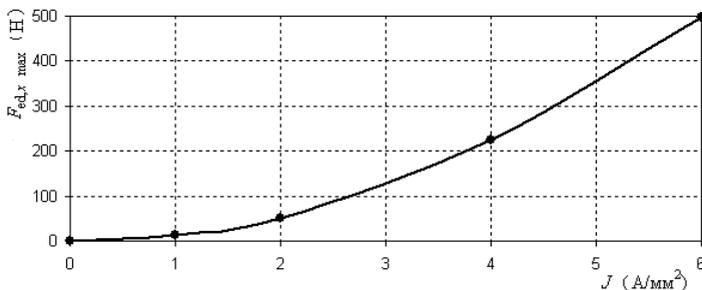


Рисунок 10. Зависимость максимальной электродинамической силы, действующей на пластину по оси x , от плотности тока

На рисунке 11 показаны значения магнитного поля актуатора, рассчитанные в программе Agros2D [2], [5], при положении пластины на расстоянии 0,3 м по оси x при плотности тока 6 А/мм² в обмотке трехфазового актуатора.

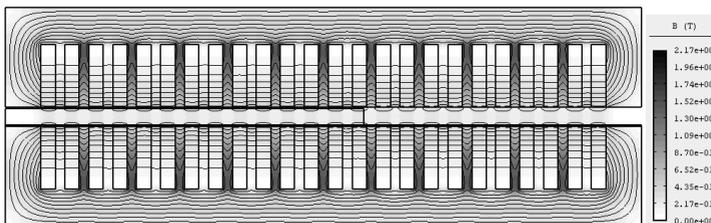


Рисунок 11. Значения магнитного поля актуатора при положении пластины на расстоянии 0,3 м по оси x при плотности тока 6 А/мм²

Расчитаем зависимости положения пластины на оси абсцисс от времени и скорости пластины по оси x от времени при различных плотностях тока.

Зависимость скорости пластины от времени определяется из соотношения [4, с. 18]

$$v_i = \frac{F_{i-1} - m \cdot g \cdot f - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot c \cdot v_{i-1}^2}{m} \cdot \Delta t + v_{i-1}, \quad i \in \langle 1, k \rangle, \quad (6)$$

где: v_i — скорость пластины (м/с) в момент времени t_i ;

v_{i-1} — скорость пластины (м/с) в момент времени t_{i-1} ;

F_{i-1} — суммарная электродинамическая сила, действующая на пластину в направлении оси x в момент времени t_{i-1} (в положении пластины s_{i-1}), значение находим из рисунка 6 или 8, в зависимости от значения плотности тока;

m — вес пластины ($m = 20,8544$ кг);

f — коэффициент трения ($f = 0,1$);

ρ — плотность воздуха ($1,1649$ кг/м³ при температуре $T = 30$ °C);

S — размер передней панели пластины ($0,014$ м²);

c — коэффициент аэродинамического сопротивления ($c = 0,4$);

v_0 — начальная скорость пластины ($v_0 = 0$ м/с);

Δt — разница времени $t_i - t_{i-1}$;

k — количество шагов расчета.

Положение пластины во времени t_i можно определить по формуле [3, с. 19]:

$$s_i = \frac{v_i - v_{i-1}}{2} \cdot \Delta t + s_{i-1}, \quad i \in \langle 1, k \rangle, \quad (7)$$

где: s_i — положение пластины в момент времени t_i ;

s_{i-1} — положение пластины в момент времени t_{i-1} ;

s_0 — начальное положение пластины ($s_0 = 0,104$ м);

На рисунках 12 и 13 представлены зависимости положения пластины и скорости пластины по оси x от времени при плотностях тока равных 4 и 6 А/мм² и начальных условиях, которые перечислены выше.

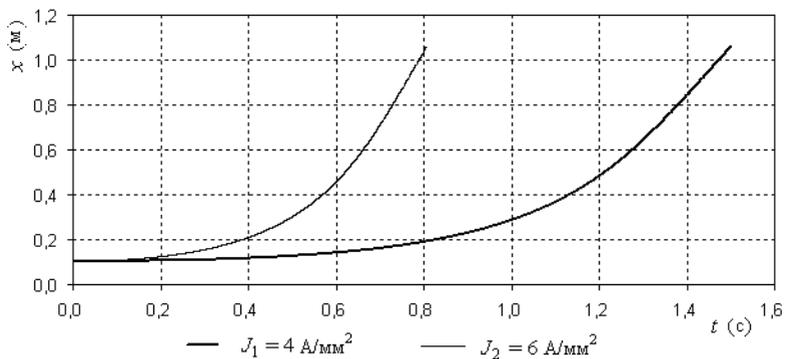


Рисунок 12. Зависимость положения пластины от времени при различных плотностях тока

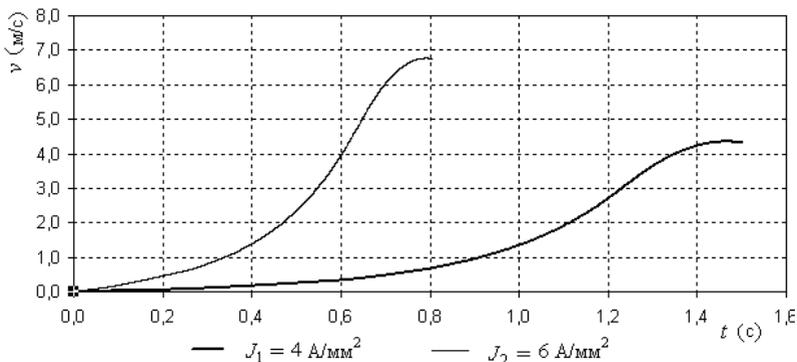


Рисунок 13. Зависимость скорости пластины по оси x от времени при различных плотностях тока

В заключение необходимо сказать, что на данном этапе не было рассмотрено влияние других факторов, например, частота тока возбуждения, толщина подвижной пластины, ширина воздушного зазора и т.п. Поскольку задача представляет собой комплекс взаимосвязанных проблематик, характеризующихся взаимодействием магнитного и температурного полей, объясняющееся тем, что потепление различных частей оборудования приводит к изменению их физических параметров (например, электропроводности или проницаемости), которые могут повлиять на распределение магнитного поля, в будущем планируется рассмотреть поле термоупругих

деформаций, и как его следствие изменение геометрического решения актуатора.

Также необходимо заметить, что расчет зависимостей положения пластины на оси x и скорости пластины по оси x от времени при различных плотностях тока в соответствии с уравнениями (6) и (7) выполнен с использованием метода Эйлера, который требует большое количество времени для расчета, поскольку величина шага должна быть очень маленькая и, соответственно, количество шагов достаточно велико для поддержания требуемой точности расчета. В связи с этим, в дальнейшем, планируется использовать метод Рунге-Кутты, так как при большей величине шага (количество шагов меньше) точность расчета такая же, как в использованном методе, а время, затраченное на расчет значительно меньше.

Кроме указанных факторов, влияющих на точность расчетов, к ним можно отнести и то, что расчет силы проводился при нулевом значении скорости, хотя на каждом шагу величина менялась, поэтому на следующих этапах работы планируется вести расчет силы при актуальном значении скорости.

Список литературы:

1. Doležel, I., Donátová, M., Karban, P., Ulrych, B. Coupled Analysis of a 3-Phase Linear Actuator// In ICEMS 2008: Proceedings of the 11th International Conference on Electrical Machines and Systems (October, 2008). — Wu-han, China, 2008. — p. 3740—3745.
2. Karban P. et al: Agros2D-an application for the solution of physical fields. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://agros2d.org> (дата обращения 15.11.2012).
3. Křivka V., Modelování trojfázového aktuátoru: odborná studie. — ČVUT, FEL v Praze, Praha, 2012.
4. Křivka V., Electromagnetic damping system with three permanent magnets// Acta Technica, 2012. Vol. 57. № 3. — P. 283—294.
5. Šolín P. et al: Hermes2D-higher-order modular finite element system. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://hpfem.org> (дата обращения 19.11.2012).

3.3. ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, В ТОМ ЧИСЛЕ ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ДВУХСЛОЙНЫХ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ СВС, ВАРЬИРОВАНИЕМ ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ СЛОЯМИ

Котин Илья Моисеевич

*старший преподаватель УО ФПБ
«Международный университет «МИТСО»,
г. Витебск*

E-mail: ikotin@tut.by

Одним из методов получения алмазосодержащих материалов (АСМ) для производства алмазного инструмента (хонинговальные бруски, шлифовальные головки, планшайбы) является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Этим методом АСМ получают из двухслойных образцов реакционно-способной шихты; один слой образцов содержит алмазный порошок [3]. Свойства получаемых АСМ зависят от параметров волны горения, в частности, от скорости и температуры горения. Известно, что для сохранения свойств частиц алмазного порошка после СВС самый процесс синтеза должен удовлетворять определенным требованиям [3], например: 1) малое время пребывания алмазных зерен в волне горения; 2) низкая температура горения в алмазосодержащем слое. Экспериментальные данные [3] показывают, что превалирует первое требование. Таким образом, представляет интерес теоретическое исследование горения двухслойных образцов. Именно: изучение зависимостей параметров волны горения от теплофизических характеристик (ТФХ) реакционной среды и геометрических размеров образца.

В нашей работе рассматривается простейшая модель двухслойного образца, позволяющая определить некоторые режимы горения образцов.

Модель образца. Пусть образец состоит из двух параллельных бесконечных пластин (слоев) реакционно-способных смесей. Считаем, что эти пластины разной толщины (d_1 и d_2), реакционные среды слоев

имеют различные теплоты реакций, все остальные ТФХ и кинетические параметры сред одинаковы. Полагаем также, что между пластинами осуществляется ньютонів теплообмен (с коэффициентом теплообмена α), вся же система из двух пластин теплоизолирована. Стационарная волна горения распространяется со скоростью u вдоль пластин в направлении противоположном оси X (см. рис. 1). Система уравнений, описывающая распространение стационарной волны горения в двухслойном образце, имеет вид (в безразмерных переменных):

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega \frac{d\Theta_1}{d\xi} = \frac{d^2\Theta_1}{d\xi^2} + \frac{\omega}{\gamma} \frac{d\eta_1}{d\xi} - \kappa(\Theta_1 - \Theta_2); \\ \omega \frac{d\Theta_2}{d\xi} = \frac{d^2\Theta_2}{d\xi^2} + \mu \frac{\omega}{\gamma} \frac{d\eta_2}{d\xi} - \kappa\delta(\Theta_2 - \Theta_1); \\ \omega \frac{d\eta_1}{d\xi} = f(\eta_1) \exp\{\Theta_1 / (1 + \beta\Theta_1)\}; \\ \omega \frac{d\eta_2}{d\xi} = f(\eta_2) \exp\{\Theta_2 / (1 + \beta\Theta_2)\}, \end{array} \right. \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\xi \rightarrow -\infty: \Theta_1 = \Theta_2 = \Theta_0, \eta_1 = \eta_2 = 0; \quad \xi \rightarrow +\infty: \Theta_1 = \Theta_2 = \Theta_{ma}, \eta_1 = \eta_2 = 1. \quad (2)$$

В (1) и (2) $\Theta_i = (T_i - T_{1a})E / RT_{1a}^2$; $\xi = x[k_0 \exp\{-E / RT_{1a}\} / a]^{1/2}$;

$\omega = u[ak_0 \exp(-E / RT_{1a})]^{-1/2}$; $\mu = Q_2 / Q_1$;

$\delta = d_1 / d_2$; $\beta = RT_{1a} / E$;

$\gamma = RT_{1a} c_p \rho / EQ_1$; $\kappa = \alpha \exp\{E / RT_{1a}\} / (c_p \rho k_0 d_1)$; T_i, η_i —

температура, степень превращения в i -ом слое ($i = \overline{1, 2}$); $\Theta_0 = -1 / \gamma$;

$\Theta_{ma} = (\mu - 1) / \gamma(1 + \delta)$ — температура, установившаяся в продуктах реакции при $\xi \rightarrow +\infty$; $T_{1a} = T_0 + Q_1 / c_p \rho$ — адиабатическая температура горения первого слоя; T_0 — начальная температура

шихты в обоих слоях; C_p, ρ — удельная теплоемкость, плотность

шихты и продукта в обоих слоях; d_i — толщина i -ого слоя ($i = \overline{1,2}$); Q_i — теплота реакции в единице объема для реагентов i -ого слоя ($i = \overline{1,2}$); x — координата; u — скорость распространения волны горения; E — энергия активации; R — газовая постоянная; α — коэффициент ньютонова теплообмена; k_0 — предэкспонент; a — коэффициент температуропроводности.

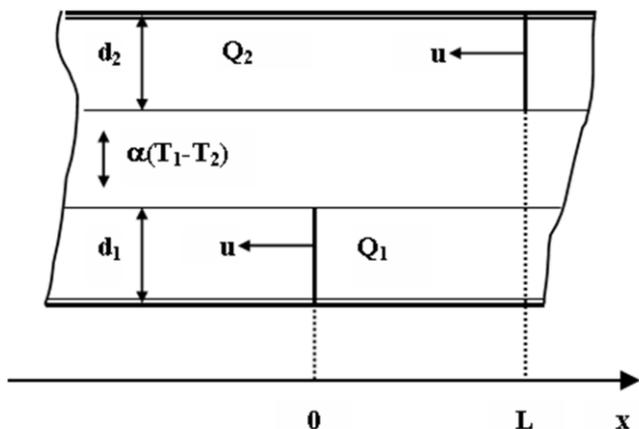


Рисунок 1. Модель теплоизолированного двухслойного образца

Полагали, что $Q_1 \geq Q_2$. В предположении равенства остальных ТФХ обоих слоев это неравенство можно трактовать, например, как разбавление реагентов во втором слое конечным продуктом с теми же ТФХ, что и у смеси реагентов, или инертном (например, алмазным порошком).

Систему уравнений решали в приближении бесконечно узкой зоны реакции [1] (фронт горения полагали ступенчатым с расстоянием L между участками фронта в различных слоях). Аналитическое исследование и численное решение этой системы уравнений выявили наличие, по крайней мере, двух режимов горения: режим «отрыва» и режим типа «слияния» [2]. В первом режиме скорость волны горения ω обусловлена реагированием в более экзотермическом слое: режим реализуется при малом теплообмене K между слоями. Второй режим

имеет место при большом теплообмене между слоями или при близких тепловых эффектах смесей слоев.

Результаты. Представим некоторые результаты решения системы уравнений (рис. 2). Наблюдаем, что при малых значениях безразмерного коэффициента теплообмена K (кривые 1—4) существует интервал значений $\mu = Q_2 / Q_1$, на котором зависимости $\omega(\mu)$ и $\Theta_{1c}(\mu)$ имеют плато. Наличие плато на этих зависимостях указывает на реализацию режима «отрыва». В режиме «отрыва» скорость горения образца значительно превосходит таковую для образца только из смеси второго слоя. В этом режиме при небольших μ расстояние $l(\mu)$ между участками фронта горения в различных слоях значительно превосходит размеры ω^{-1} зон прогрева в этих слоях (рис. 2b.). Начиная с некоторого μ_* , зависимости $\omega(\mu)$ и $\Theta_{1c}(\mu)$ представляют собой возрастающие функции. На кривых 5,6 зависимостей $\omega(\mu)$ и $\Theta_{1c}(\mu)$ плато отсутствует, то есть при значениях K , соответствующих этим кривым, режим «отрыва» не имеет места. Обратим внимание на кривую 5, вид которой красноречиво указывает на различную природу режимов типа «слияния», реализующихся при малых значениях μ и значениях μ , близких к единице. При малых μ режим типа «слияния» обусловлен большим теплообменом между слоями; при μ , близких к единице, появление этого режима связано с близостью скоростей распространения волн горения в отдельных слоях.

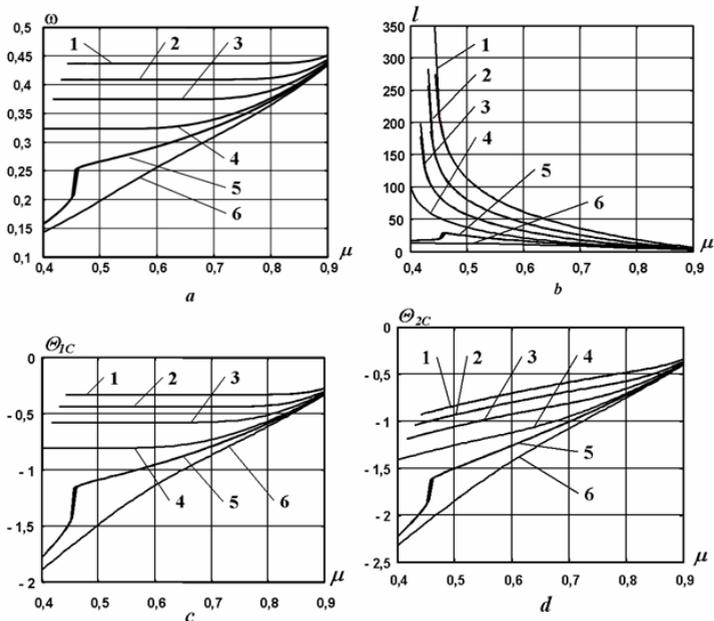


Рисунок 2. Зависимости безразмерных скорости горения (а), сдвига

$l = L [k_0 \exp\{-E / RT_{1a}\} / a]^{1/2}$ между участками фронта (b),

температуры горения Θ_{1c} в первом (c) и втором Θ_{2c} (d) слое

от параметра $\mu = Q_2 / Q_1$ при различных значениях безразмерного

коэффициента теплообмена K (1 — $5 \cdot 10^{-3}$; 2 — $6,11 \cdot 10^{-3}$;

3 — $7,22 \cdot 10^{-3}$; 4 — $8,33 \cdot 10^{-3}$; 5 — $8,89 \cdot 10^{-3}$; 6 — $1,0 \cdot 10^{-2}$),

при $\delta = d_1 / d_2 = 0,8$

Закключение. Изменяя интенсивность теплообмена между слоями образца, можно управлять режимом горения двухслойного образца и, соответственно, свойствами получаемого материала. В частности, для большей сохранности свойств алмазных зерен горение должно проходить в режиме «отрыва». Изменение режимов горения экспериментально можно реализовать, например, следующими способами:

1. варьировать теплообмен между слоями пластинками различной толщины из инертного тугоплавкого материала, помещенными между слоями;

2. добавлять в исходные смеси слоев плавящийся инертный материал, который в процессе горения плавится и перетекает по капиллярам из одного слоя в другой, перенося при этом энергию;

3. изменять степень дегазации порошков, входящих в исходные реакционные смеси слоев, т.к. в процессе горения примесное газовыделение осуществляет термическую связь между слоями.

Отметим, что полученные теоретические результаты качественно согласуются с опытными данными [4] по горению трехслойных образцов, в двух слоях которых присутствует инертная металлическая связка.

Список литературы:

1. Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.В. Либрович, Г.М. Махвиладзе. — М.: Наука, 1980. — 478 с.
2. Котин И.М. Режимы распространения волны горения в двухслойной СВС-среде // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С: Фундаментальные науки. Физика. — 2011. — № 4. — С. 97—105.
3. Левашев Е.А. Разработка технологических процессов получения новых керамических и керамико-металлических материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: дис. ... д-ра техн. наук / МГИСИС. — М., 1995. — 97 с.
4. Merzhanov A.G. Combustion and structure formation of FGM by SHS / Merzhanov A.G., Rogachev A.S., Sytshev A.E. et al. // Proceeding of the 1st Sino-Russian workshop on SHS. — Beijing, China. — 2000. — P. 133—140.

СЕКЦИЯ 4.

БИОЛОГИЯ

4.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗИЛИКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКА

Горбунова Светлана Ивановна

*заведующая дендрарием Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск
E-mail: raschewa@mail.ru*

Введение

Пряности ввиду их растительного происхождения и большой доступности человек стал употреблять раньше соли. Одним из растений, которые можно употреблять в пищевых и лекарственных целях, является базилик. Базилик — это однолетнее пряно-вкусовое растение, высотой 30—70 см.

Размножают растение семенами. Их жизнеспособность сохраняется до 5 лет.

Материалы и методы для посева семян

При 20—30°C всходы появляются через 2 недели. В южных районах семена высевают сразу в открытый грунт, в средней полосе в марте — апреле в парники, теплицы или дома в ящики. Рассадку можно высаживать в грунт только тогда, когда минует угроза заморозков, то есть в конце первой декады июня. В случае сильного похолодания растения накрывают пленкой. В конце июня — начале июля базилик зацветает. Семена созревают в сентябре. Урожай — листья и верхние части побегов — снимают в любое время вегетации, но наиболее ароматна и нежна зелень в период бутонизации. Побег срезают так, чтобы на стебле оставались 1—2 пары листьев, тогда

растение быстро отрастает вновь. Сушат траву базилика при температуре не выше 35°C [1, с. 38].

Семена — мелкие орешки, длиной 2—3 и толщиной 0,8—1 мм, удлинённо-овальной формы, тёмно-бурые. В 1 г содержится 500—900 семян. Всхожесть высокая — 80—90 %. Глубина заделки семян в защищённом грунте — 0,5—1 см. Минимальная температура для прорастания семян — 10—12°C. Базилик — теплолюбивое растение, поэтому всходы могут погибнуть при температуре 0—2°C. Семена имеют специфический аромат. При соприкосновении с влагой они покрываются железобразной оболочкой, перед посевом их нельзя намачивать [2, с. 48].

Результаты исследований

В условиях Мурманска в 2003—2005 году высевались в емкости закрытого грунта с почвой (34x50 см) и в теплице под пленкой семена следующих сортов базилика: Орион, Фиолетовый, Зелёный, Карамельный, Лимонный аромат, Карлик, Широколистный, Гвоздичный ароматизированный.

Средняя температура почвы за наблюдаемый период составила 16,6°C, окружающего воздуха в теплице за наблюдаемый период — 20,9°C.

Таблица 1.

Вес семян базилика высеванных сортов

№ п/п	Сорт базилика	Количество высеванных семян, шт.	Вес высеванных семян, г	Вес 1 шт., г	Количество семян в 1 г, шт.
1	Широколистный	587	1,3	0,00221	452
2	Гвоздичный	129	0,2	0,00155	645
3	Зелёный	300	0,5	0,00167	600
4	Лимонный аромат	136	0,2	0,00148	680
5	Фиолетовый	340	0,5	0,00147	680
6	Карлик	136	0,2	0,00148	680
7	Карамельный	310	0,5	0,00161	620
8	Орион	270	0,4	0,00150	675

В процессе наблюдений за прорастанием семян базилика данных сортов было установлено, что всхожесть семян находилась в пределах от 10 до 40, 45, 50 % в одном помещении, а в другом у этих же семян её не наблюдалось. Это связано с температурой окружающего воздуха и почвы. Всхожесть оказалась ниже приведённой в литературных данных, что связано, очевидно, со сроками хранения.

В условиях теплицы под пленкой наблюдалась хорошая всхожесть семян всех высеянных сортов базилика, проводилась регулярная поливка полученных сеянцев. Растения были затенены от попадания лучей солнца более высокими растениями, растущими с другой стороны. Это отрицательно сказалось на росте и развитии базилика в теплице. 2 сентября 2005 года были убраны листья с растений, которые не достигли характерной для них высоты.

Выращивание базилика из семян в условиях закрытого грунта было продолжено в 2012 году. В ёмкости (размер их 34x50x10 см) в закрытом грунте ботанического сада МГТУ 14 марта 2012 года были высеяны семена базилика видов: гвоздичного (производитель семян — группа компаний «Гавриш», Москва); «Весеннее настроение» (производитель семян — агрофирма «Седек», Московская область); «Философ» (производитель семян — группа компаний «Гавриш», Москва); зелёного ароматного (производитель семян — группа компаний «Гавриш», Москва); «Василиск» (производитель семян — группа компаний «Гавриш», Москва).



Рисунок 1. Сорт «Гвоздичный»



Рисунок 2. Сорт «Весеннее настроение»



Рисунок 3. Сорт «Философ»



Рисунок 4. Сорт «Зеленый ароматный»



Рисунок 5. Сорт «Василиск»

Снимки сделаны во время роста базилика в ёмкостях в 2012 году. Ёмкости были выставлены в закрытом стеллаже. Температура почвы — 20—25°C. Были сделаны замеры освещённости в солнечный день люксметром, она находилась в пределах 7000—12000 лк. Ёмкости освещались энергосберегающими лампами мощностью 20 вт, всего на одной полке стеллажа находилось 4 лампы, освещение лампами проводилось 7 часов в течение суток. На одной полке находились 2 ёмкости.

Базилик гвоздичный — раннеспелый (30—40 дней от всходов до первой срезки) сорт. Листья крупные, длинночерешковые, ярко-зелёные, морщинистые, край зубчатый. Аромат сильный с гвоздично-анисовым привкусом. В ёмкости закрытого грунта было высеяно 74 штуки сухих семян и 74 штуки семян, замоченных на 20 часов в растворе эпина (1 мл эпина растворён в 4 л воды). Всхожесть семян наблюдалась 23 марта 2012 года (на 9-ый день после посева). Она составила у сухих семян 53 штуки (71,6 %), а у замоченных в эпине семян — 21 штуку (28,4 %). Сеянцы были распикированы в емкости. Размеры листьев полученных растений представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Размеры листьев базилика гвоздичного в ёмкости

№ п/п	Высота, см			Длина, см			Ширина, см		
	Дата			Дата			Дата		
	13.04	20.04		13.04	20.04		13.04	20.04	
Базилик из сухих семян									
Минимум	2	3	—	—	2,8	—	—	2,2	—
Максимум	8	12	—	—	5,8	—	—	4,8	—
Среднее	4,6	6,5	—	—	4,4	—	—	3,3	—
Базилик из семян, замоченных в эпине									
Минимум	2	3	—	—	1,4	—	—	0,8	—
Максимум	4	10	—	—	2,8	—	—	1,4	—
Среднее	2,4	4,2	—	—	2,3	—	—	0,97	—

Базилик «Весеннее настроение» — среднеранний сорт. Растение полураскидистое, хорошо облиственное, высотой до 40 см. Величина и форма растения привлекательны для оконной культуры, для выращивания на балконе.

В ёмкости закрытого грунта было высеяно 58 штук сухих семян и 58 штук семян, замоченных на 20 часов в растворе эпина (1 мл эпина растворён в 4 л воды). Всхожесть семян наблюдалась 22 марта 2012 года (на 8-ой день после посева). Она составила у сухих семян 51 штука (84,5 %), а у замоченных в эпине семян — 28 штук (48,3 %). Сеянцы были распикированы в емкости. Размеры листьев полученных растений представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Размеры листьев у базилика «Весеннее настроение» в ёмкости

№ п/п	Высота, см			Длина, см			Ширина, см		
	Дата			Дата			Дата		
	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05
Базилик из сухих семян									
Минимум	2,0	4,0	7,0	—	2,4	2,4	—	1,2	1,2
Максимум	6,0	8,0	26,0	—	3,2	3,2	—	2,0	2,0
Среднее	2,8	3,9	17,6	—	2,7	2,7	—	1,6	1,6
Базилик из семян, замоченных в эпине									
Минимум	3,0	6,0	8,0	—	2,2	2,4	—	1,2	1,2
Максимум	7	8,0	12,0	—	3,2	3,2	—	2,0	2,0
Среднее	5,2	6,9	8,8	—	2,7	2,7	—	1,4	1,6

Базилик «Философ» — скороспелый (30—40 дней от всходов до технической спелости) сорт. Выращивается в рассадной культуре. Растение среднерослое, высотой 25—30 см, компактное. Листья крупные, волнистые, фиолетовые. Аромат сильный с гвоздично-анисовым привкусом.

В ёмкости закрытого грунта было высеяно 203 штуки сухих семян. Всхожесть семян наблюдалась 21 марта 2012 года (на 5-ый день после посева). Она составила 115 штук (56,6 %). Сеянцы были распикированы в емкости. Размеры листьев полученных растений представлены в таблице.

Таблица 4.

Размеры листьев базилика «Философ» в ёмкости

№ п/п	Высота, см			Длина, см			Ширина, см		
	Дата			Дата			Дата		
	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05
Минимум	2,0	4,0	6,0	—	2,4	2,4	—	1,6	1,6
Максимум	4,0	7,0	16,0	—	3,2	3,2	—	2,8	2,8
Среднее	3,0	4,6	12,8	—	2,9	2,9	—	2,2	2,2

Базилик «Зелёный ароматный» — среднеранний урожайный сорт с анисовым ароматом. Куст компактный, полураскидистый, хорошо облиственный, высотой 40—50 см. Листья слабо-пузырчатые, зелёного цвета. В ёмкости закрытого грунта было высеяно 185 штук сухих семян. Всхожесть семян наблюдалась 31 марта 2012 года (на 17-ый день после посева). Она составила 63 штуки

(34,4 %). Сеянцы были распикированы в ёмкости. Размеры листьев полученных растений представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Размеры листьев базилика «Зелёный ароматный» в ёмкости

№ п/п	Высота, см			Длина, см			Ширина, см		
	Дата			Дата			Дата		
	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04	08.05
Минимум	3,0	4,0	6,0	—	2,7	2,7	—	4,0	4,0
Максимум	6,0	8,0	28,0	—	3,5	3,5	—	4,8	4,8
Среднее	3,8	5,0	14,8	—	3,2	3,2	—	4,1	4,1

Базилик «Василиск» — скороспелый (60—70 дней от всходов до цветения) сорт. Куст компактный, высотой 20—25 см, с большим количеством мелких листьев. Листья и стебель зеленые с перечно-гвоздичным запахом.

В ёмкости закрытого грунта было высеяно 242 штуки сухих семян. Всхожесть семян наблюдалась 31 марта 2012 года (на 17-ый день после посева). Она составила 170 штук (70,2 %). Сеянцы были распикированы в ёмкости.

Размеры листьев полученных растений представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Размеры листьев базилика «Василиск» в ёмкости

№ п/п	Высота, см			Длина, см			Ширина, см		
	Дата			Дата			Дата		
	13.04	20.04	08.05	13.04	20.04		13.04	20.04	
Минимум	3,0	4,0	6,0	—	3,5	—	—	2,2	
Максимум	4,0	5,0	15,0	—	3,5	—	—	2,2	—
Среднее	3,5	4,4	12,8	—	3,5	—	—	2,2	—

Полученные растения в условиях закрытого грунта употреблялись в пищу. В таблице 7 можно увидеть количество собранного базилика.

Таблица 7.

Количество собранного базилика, г

Дата сбора	Количество собранного базилика, г/ стоимость по ценам рынка (1 кг зелени - 350 руб.), руб.				
	Сорт базилика				
	Гвоздичный	Весеннее настроение	Философ	Зелёный ароматный	Василиск
1	2	3	4	5	6
26.04	27,72	—	—	—	—
27.04	4,78	—	—	—	—
02.05	—	—	—	6,0	—
07.05	13,0	—	18,2	—	—
08.05	—	16,4	10,1	33,1	—
10.05	—	18,1	17,2	20,4	—
12.05	—	—	—	—	60,2
13.05	—	—	—	—	65,2
14.05	22,2	68,6	—	36,2	—
21.05	—	10,2	—	—	18,0
24.05	—	—	20,5	—	42,2
25.05	10,5	—	—	—	—
01.06	32,1	—	24,3	—	31,2
05.06	—	—	—	—	68,2
06.06	—	—	—	—	12,1
08.06	—	—	15,1	—	—
14.06	48,1	—	—	—	—
1	2	3	4	5	6
16.06	—	—	—	—	59,3
19.06	29,8	—	—	—	30,2
22.06	—	—	—	—	24,5
23.06	—	—	16,5	—	89,2
02.07	—	—	—	—	—
06.07	17,2	—	—	—	112,5
17.07	—	—	72,5	—	133,5
18.07	—	—	12,6	—	12,5
20.07	—	—	25,5	—	—
31.08.	—	—	—	—	—
05.09	27,2	26,2	—	—	189,2
Всего	232,6/81,41	113,3/46,17	231,9/81,17	95,7/33,50	654,0/331,80

Начало созревания семян базилика «Философ» — 2 августа 2012 года, полностью семена созрели 31.08.12, у базилика гвоздичного

и зелёного ароматного — 25. 08.12, а у базилика «Василиск» — 6 сентября 2012 года.

Выводы

Проведенные исследования по выращиванию базилика из семян в условиях своеобразного климата Мурманска показали, что можно вырастить растения для использования в пищевых целях, а также и лекарственных, как в открытом, так и закрытом грунте, в том числе в комнатных условиях. Можно получить при выращивании базилика в закрытом грунте семена.

Необходимо при выращивании учитывать особенности базилика. Он не переносит затененности, и семена не надо замачивать перед посевом, они прорастают при температуре почвы выше 20°C, необходимы для полученных сеянцев высокая температура окружающего воздуха, регулярная поливка. Затраты на покупку семян окупаются; растения, полученные в условиях Мурманска, обладают запасом питательных веществ, нужных северянам.

Список литературы :

1. Курганская, С. Базилик / С. Курганская // Цветоводство, — 1994, — № 5. — С. 38.
2. Семена / сост. Н.А. Петренко, В.В. Перегожина. — М. : АСТ; СПб. : Сова, 2006. — 94 с. : ил.

4.2. ЗООЛОГИЯ

КОРРЕЛЯТИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛЮСТНЫХ КОСТЕЙ БАЙКАЛЬСКИХ СОТТОИДЕИ

Толмачева Юлия Петровна

*канд. биол. наук, науч. сотр. Лимнологического института
Сибирского отделения РАН, г. Иркутск
E-mail: tjul78@mail.ru*

Петухов Сергей Юрьевич

*аспирант, Лимнологического института Сибирского отделения РАН,
г. Иркутск
E-mail: sergei89@mail.ru*

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-3457.2011.4 «Исследование биомеханических основ преобразования челюстного аппарата рыб на основе применения 3D конечно-элементной модели» и гранта РФФИ № 12-04-32222 мол а «Функциональный анализ строения и адаптивных преобразований челюстного аппарата рыб на основе 3D анимационной модели»

Морфофункциональные особенности и адаптивные преобразования челюстного аппарата рыб, определяются строением и взаимодействием его отдельных элементов. Ранее рядом исследователей отмечалось сопряженная изменчивость некоторых параметров челюстных костей [1, 5, 6, 8]. В основном, внимание обращалось на связь между длиной предчелюстной кости и высотой ее восходящего отростка, что обуславливает степень выдвижения верхней челюсти у рыб. Использование геометрического подхода позволило непосредственно увидеть свойства и взаимосвязь отдельных морфоструктур [4]. На основании его применения был выделен ряд сопряженно-вариабельных параметров костных элементов у байкальских коттоидных рыб, принадлежащих к различным экологическим группам. Показано, что преобразования касаются преимущественно

дополнительных структур (отростков) костей, находящихся в непосредственной связи с мышечно-связочным аппаратом и испытывающих наибольшее напряжение при функционировании челюстной системы. Данная работа является частью, проводимых ранее исследований и посвящена определению коррелятивных связей между наиболее вариабельными морфометрическими параметрами челюстных костей.

Материалы и методы. Материалом для настоящего исследования послужили остеологические препараты челюстных костей 6 видов байкальских коттоидных рыб, принадлежащих к трем различным экологическим группам: 1) бентические: *Leocottus kessleri* (Dybowski, 1874) и *Batrachocottus baicalensis* (Dybowski, 1874) 2) бентопелагические: *Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874) и *Cottocomephorus inermis* (Jakowlew, 1890). 3) пелагические: *Comephorus dybowskii* Korotneff, 1904 и *Comephorus baicalensis* (Pallas, 1776). Исследование формы челюстных костей рыб основано на применении стандартных методик остеологического анализа [4] с последующей визуализацией полученных линейных параметров объектов в виде комбинации геометрических тел (рис. 1) [4]. Построение геометрической конструкции проводили с помощью системы автоматизированного проектирования Autocad 2010 (<http://www.autodesk.ru>).

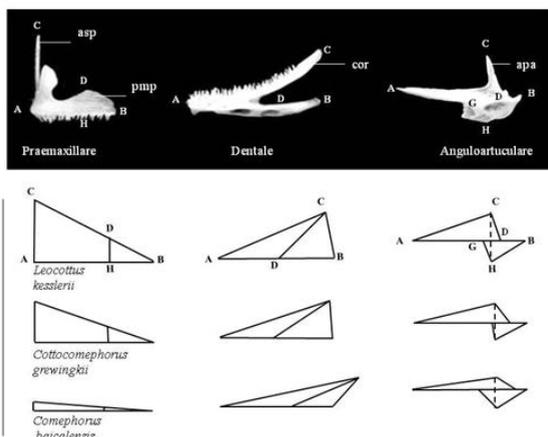


Рисунок 1. Схема морфогометрической конструкции костей челюстного аппарата коттоидных рыб: а) схема промеров (в % длины кости; б) морфогометрическая конструкция у различных видов рыб

Обозначения: *Praemaxillare: asp* — восходящий отросток *ptx*, (*AC* — высота *asp*); *Dentale: cor* — короноидный отросток *den* (*BC* — высота *den*, *AC* — расположение заднего конца *cor*, *DC* — длина *cor*); *Anguloarticulare: ara* — верхний отросток *art* (*AD* — расположение верхней вырезки (основания верхнего отростка), *CD* — высота верхнего отростка, *CF* — расположение верхнего отростка; $\sphericalangle CDG$ — угол, образованный верхним отростком).

Всего для корреляционного анализа использовались 5 метрических признаков: длина *praemaxillare*, высота восходящего отростка *praemaxillare*, угол между *anguloarticulare* и ее верхним отростком ($\sin ara$), высота *dentale*, длина короноидного отростка *dentale*. Дополнительные геометрические параметры (угол между верхним отростком и плоскостью *anguarticulare*) вычислялись по известным тригонометрическим соотношениям [2]. Располагая метрическими данными по кости, определяется численное значение угла, которое выражается через синус. Корреляционный анализ проведен с использованием компьютерной программы Statistica 5.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования было отмечено, что коэффициент корреляции значительно варьировал между признаками:

- наибольшая отрицательная связь наблюдалась между длиной *praemaxillare* с ее восходящим отростком ($r = -0,91$) и синусом верхнего отростка *anguloarticulare* ($r = -0,86$) (рис. 1 а);
- наибольшая положительная связь ($r = 0,92$) была отмечена между длиной восходящего отростка *praemaxillare* и синусом угла верхнего отростка *anguloarticulare* (т.е. при уменьшении высоты восходящего отростка уменьшается угол наклона между *anguloarticulare* и ее верхним отростком) (рис. 1 б, рис. 2 б);
- связь между длиной короноидного отростка была положительной с длиной *praemaxillare* ($r = 0,76$), и отрицательной с параметрами двух других отростков ($r = -0,64$);
- связь между высотой *dentale* со всеми другими параметрами была незначительной ($r = 0,36—0,45$).

Результаты проведенного анализа не противоречат предположению о том, что изменчивость исследованных морфоструктур сопряжено и обусловлено их функциональной связью [4]. Как указывалось ранее, при удлинении *praemaxillare*, давление на восходящие отростки значительно возрастает, что обуславливает их последовательную редукцию по мере перехода бентофагии к планктонофагии (рис. 1 б, рис. 2 а). При уменьшении степени выдвижения рта требуются сравнительно большие усилия

на его закрывание, которое осуществляется с помощью мышечно-связочного комплекса (комплекс *m. adductor mandibulae*), прикрепляющихся в области контакта отростков верхнечелюстных костей (верхний отросток — короноидный отросток) [7, 9]. Очевидно, что последовательное уклонение верхнего отростка *anguloarticulare* в горизонтальную плоскость, связано с воздействием нарастающей силовой нагрузки со стороны мускулатуры. В свою очередь, смещение верхнего отростка *anguloarticulare* в горизонтальное положение, обуславливает уменьшение длины короноидного отростка *dentale*.

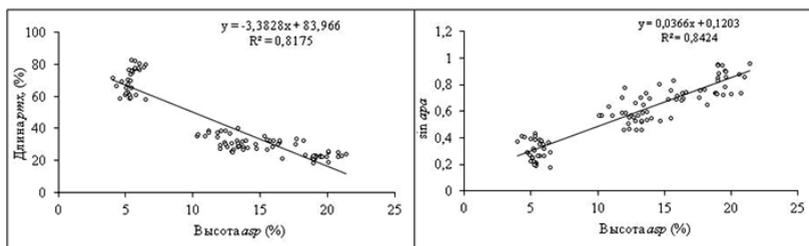


Рисунок 2. Коррелятивная изменчивость морфогеометрических параметров челюстных костей у байкальских *Cottoidei*:
а) высота восходящего отростка и длина *praemaxillare*;
б) высота восходящего отростка и синус угла верхнего отростка *anguloarticulare*

Таким образом, структурные преобразования отдельных костей функционально сопряжены, что очевидно, обеспечивает конструктивную устойчивость челюстной системы в целом.

Список литературы:

1. Воскобойникова О.С. Эволюционные преобразования висцерального скелета и вопросы филогении нототениевидных рыб (*Nototheniidae*) // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. — 1986. — Т. 153. — С. 46—66.
2. Гельфанд И.М., Львовский С.М., Тоом А.Л. Тригонометрия. М.:МЦНМО:АО «Московские учебники», 2003. — С. 199.
3. Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1976. — 144 с.
4. Толмачева Ю.П. 2011. Геометрическая конструкция в исследовании строения челюстного аппарата рыб // Современные зоологические исследования в России и сопредельных странах: материалы I Международной научно-практической конференции. — 2011. — С. 138—142.

5. Gosline W.A. Comments on the classification of the percoid fishes // *Pacif. Sci.* — 1966. — № 4. — P. 409—418.
6. Gregory W.K. Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanism// *Trans. Amer. Phil. Soc.* — 1933. — V. 23. — P. 75—481.
7. Dobben W.N. Uber der Kiefermechanismus der Knochenfische // *Archiv neerland. Zoolog.* 1935. — V 50. — P. 1—72.
8. O’Kamura O. Studies of the Macrouroid fishes of Japan. Morphology, ecology and philogeny. / *Rept. U. S. Mar. Biol. Stat.*, 1970. — 33 p.
9. Yabe M. Comporative osteology and miology of the superfamily Cottoidea (Pisces: Scorpaeniformes), and its philogenetic classification. / Reprinted from *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, 1985. — 130 p.

4.3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ПАРЕНХИМНЫХ ТКАНЕЙ ОВОЩЕЙ

Голев Игорь Михайлович

*доцент, док. физ.-мат. наук Российский государственный торгово-экономический университет, Воронежский филиал,
г. Воронеж*

Бобкина Екатерина Юрьевна

*студентка Российский государственный торгово-экономический университет, Воронежский филиал,
г. Воронеж*

E-mail: katya-vrn@rambler.ru

Исследования электрофизических свойств паренхимных тканей свежих овощей и фруктов позволяют получать важную информацию об их структуре и физико-химических свойствах. С помощью измерения электропроводности этих объектов на переменном токе изучают их структуру, в частности, состояние клеток и межклеточного пространства. Это представляет большую практическую ценность для оценки качества овощей, так как подобные исследования позволяют исследовать процессы, протекающие в живых тканях при изменении их состояния с течением времени при воздействии внешних факторов (температуры, излучения, газового состава среды и т. п.).

Обеспечение высокого качества растительной продукции (овощной продукции) при хранении и производстве возможно с применением инструментальных методов анализа. Одним из методов инструментального контроля за оценкой качества пищевых продуктов является метод электрохимической импедансной спектроскопии, когда биологический объект характеризуется электрическим импедансом [6, с. 148].

$$Z = \frac{u(t)}{i(t)} = |Z|e^{i\varphi} = Z' + jZ'',$$

где: Z' и Z'' — действительная (активная) и мнимая (реактивная) части, а величина φ — фазовый сдвиг между переменным напряжением $u(t)$ и током $i(t)$.

Для паренхимной ткани активное сопротивление Z' — это сопротивление его части объема, обусловленное необратимыми превращениями электрической энергии в тепловую энергию (нагрев). Эти процессы в основном происходят в межклеточной и внутриклеточной жидкости и определяются ее свойствами. Реактивное сопротивление Z'' определяется обратимой передачей энергии переменного тока электрическому полю. Это происходит из-за поляризации внутриклеточных компартментов и инерционности макромолекул клеток [5, с. 251].

Следовательно, измеряя для биологического объекта величины Z' и Z'' можно получать количественную информацию о физико-химических свойствах, как клеток, так и внутриклеточной или межклеточной жидкостях. В экспериментах проводят измерения модуля импеданса

$$|Z| = \sqrt{(Z')^2 + (Z'')^2}$$

или фазовый сдвиг φ , который может определяться из соотношения

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Z''}{Z'}.$$

В исследованиях проводятся измерения частотных зависимостей (дисперсии) $|Z|(f)$ и $\varphi(f)$ [4]. Данные зависимости достаточно подробно характеризуют состояние клеток овощей, степень их деструкции [2, 3].

Для исследований влияния температуры на величину деструкции клеток в работе измерялась температурная зависимость электрического импеданса овощей. В качестве объектов исследований были выбраны следующие овощи: клубнеплоды (картофель), корнеплоды (морковь красная). Для измерений изготавливались образцы свежих овощей из основной (паренхимной) ткани с характерным размером $(40 \times 10 \times 10) \text{ мм}^3$, которые помещались в контейнер. В экспериментах измерялись частотные зависимости $|Z|(f)$ и $\varphi(f)$.

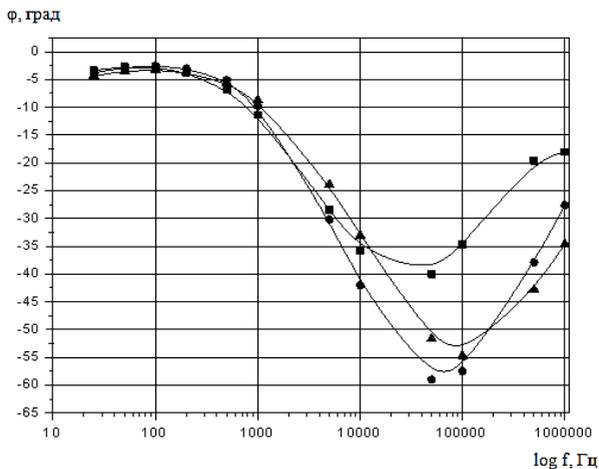
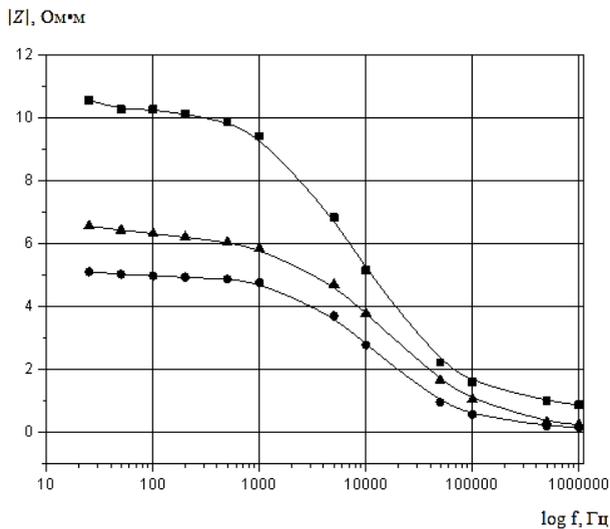


Рисунок 1. Частотные зависимости модуля удельного сопротивления $|Z|(f)$ и сдвига фазы $\varphi(f)$.

▲ — морковь; ● — картофель; ■ — яблоко; $T=20^\circ\text{C}$

Измерения проводились при комнатной температуре измерителем импеданса Е7-20 с применением позолоченных

электродов диаметром 1,0 мм и длиной 10 мм, которые вводились в объем образцов [1]. Характерные зависимости $|Z|(f)$ и $\varphi(f)$ для диапазона частот $10\text{--}10^6$ Гц представлены на рис. 1.

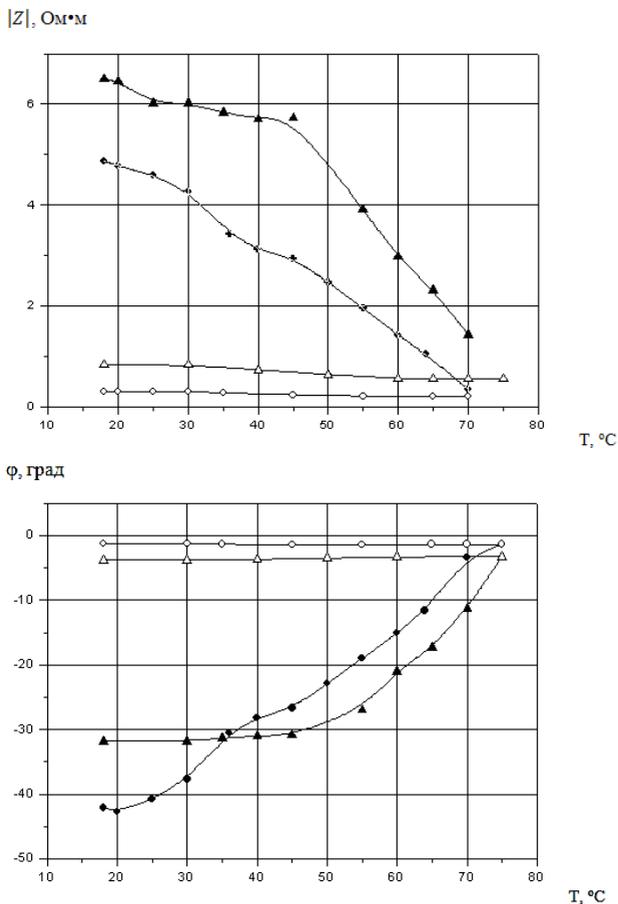
Как видно, при частоте напряжения 25 Гц модуль комплексного сопротивления у картофеля, моркови и яблока разный, величина $|Z|$ отличается более чем 32 %. В этом случае можно уверенно по величине удельного сопротивления идентифицировать продукт.

С ростом частоты характер изменения у всех образцов одинаковый. При $f > 10^3$ Гц происходит резкое уменьшение величины $|Z|$, например для моркови более чем в 30 раз ($f = 10^6$ Гц).

Характер изменения фазового сдвига для исследуемых тканей растительного происхождения также одинаковый. С ростом частоты происходит изменение величины φ от нуля до $40\div 60$ градусов. На частоте 55 кГц на зависимостях $\varphi(f)$ наблюдается минимум, после которого величина фазового сдвига $20\div 30$ градусов при частоте $f = 10^6$ Гц.

Для исследования влияние температуры образцы подвергались нагреву с помощью горячего воздуха до температур $+70^\circ\text{C}$ со скоростью 1,5 град/мин. Измерение температуры проводилось с помощью термopара, которая была размещена в центре объема образца. Полученные результаты представлены на рис. 2. Исследования температурной зависимости импеданса Z проводились на частоте 10^4 Гц, так как в области частот от 10^3 до 10^5 Гц импеданс овощей наиболее сильно зависит от частоты.

Из рисунка видно, что с ростом температуры происходит монотонное уменьшение модуля импеданса, причем при температурах выше 45°C скорость изменения существенно возрастает. При охлаждении (обратный ход кривой) величина $|Z|$ практически не меняется и при комнатной температуре оказывается существенно ниже исходного значения.



**Рисунок 2. Температурные зависимости модуля удельного сопротивления $|Z|(f)$ и сдвига фазы $\phi(f)$.
▲ — морковь; ● — картофель; $T=20^\circ\text{C}$**

Это свидетельствует о том, что с ростом температуры происходит необратимая деструкция клеток. На кривых $\phi(T)$ как на прямом, так и на обратном ходе, также наблюдаются характерные изменения с ростом температуры.

Таким образом, результаты исследований показали, что величина электрического импеданса существенно зависит от температурных воздействий на паренхимные ткани овощей. Соответственно метод

электрохимической импедансной спектроскопии может быть использован для оценки степени влияния температуры на овощи и возникающих при этом необратимых изменениях в их тканях.

Список литературы:

1. Голев И.М., Бобкина Е.Ю. Применение метода электрохимической импедансной спектроскопии для определения качества овощной продукции // сб. I межд. заоч. научно-практическая конф. «Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика»: Екатеринбург: УГЭУ, 2012. С. 92—97.
2. Голев И.М., Бобкина Е.Ю. Применение метода электрохимической импедансной спектроскопии для определения качества овощной продукции // сб. I межд. заоч. научно-практическая конф. «Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика»: Екатеринбург: УГЭУ, 2012. С. 92—97.
3. Голев И.М., Бобкина Е.Ю. Электрохимический импеданс клубней овощей // межд. заоч. научно — практическая конф. «Научные достижения биологии, химии, физики»: Новосибирск: НП «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. С. 36—41.
4. Графов Б.М., Укше Е.А. Электрохимические процессы в переменном токе / Успехи химии. — 1975, т. 44, вып. 11. С. 1979—1986.
5. Самойлов В.О. Медицинская биофизика: Учебник/ В.О. Самойлов. — СПб.: СпецЛит, 2004.—496 с.: ил.
6. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под. ред. Ф. Шольца; Пер. с англ. под ред. В.Н. Майстенко. — М.: БИНОМ, 2010. — 326 с.

4.4. ФИЗИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ, КОТОРЫЕ ЗАНИМАЮТСЯ ИГРОВЫМИ ВИДАМИ СПОРТА И МАРАФОНСКИМ БЕГОМ

Сокол Алена Павловна

*зав. лаб. «Экологической физиологии» ВНУ им. Леси Украинки,
г. Луцк*

Журавлев Александр Анатольевич

*канд. биол. наук, доцент ВНУ им. Леси Украинки,
г. Луцк*

Шевчук Татьяна Яковлевна

*канд. биол. наук, доцент ВНУ им. Леси Украинки,
г. Луцк*

E-mail: Alona.Sokol@yandex.ru, qwota@ukr.net

Одним из важнейших показателей состояния спортивной работоспособности является функциональная активность внешнего дыхания. Влияние физических нагрузок разной интенсивности на организм человека отражается в первую очередь на кардио-респираторной системе, поскольку данная система обеспечивает адаптацию организма к различным воздействиям и отражает динамику восстановительных процессов [1, с. 86]. Поэтому одной из ведущих проблем изучения физической реабилитации и спортивной медицины является исследование особенностей показателей внешнего дыхания и формирование у спортсменов целостного представления о возможностях их респираторной системы.

Цель нашего исследования — оценить функции внешнего дыхания у спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта и марафонским бегом, осуществить сравнительный анализ и установить связи данных параметров со спортивной специализацией.

При оценке функционального состояния системы внешнего дыхания был использован метод пневмотахометрии. Суть данной методики состояла в определении мощности вдоха, выдоха

и форсированного выдоха. Основные показатели, которые учитывались при сравнительном анализе респираторной системы: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (фЖЕЛ), максимальная объемная скорость выдоха 25 % от объема форсированного выдоха (МОС 25 %), максимальная объемная скорость выдоха 50 % от объема форсированного выдоха (МОС 50 %), максимальная объемная скорость выдоха 75 % от объема форсированного выдоха (МОС 75 %), индекс Тиффно. Все данные были обработаны с помощью общепринятых методов вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента.

В ходе нашего исследования было обследовано две группы спортсменов мужского пола, имеющих разряд кандидата мастера спорта: 1 группа — 25 спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта; 2 группа — 25 спортсменов, занимающихся марафонским бегом.

Анализ полученных результатов показал, что наблюдаются статистически достоверные различия основных респираторных показателей между группами испытуемых.

Группа спортсменов, занимающихся марафонским бегом, характеризовалась достоверно большими объемными показателями (ЖЕЛ, фЖЕЛ) системы внешнего дыхания по сравнению с группой занимающихся игровыми видами спорта — $5,62 \pm 0,31$ и $4,81 \pm 0,24$ (ЖЕЛ), $3,37 \pm 0,15$ и $1,98 \pm 0,08$ (фЖЕЛ) (рис. 1, 2.).

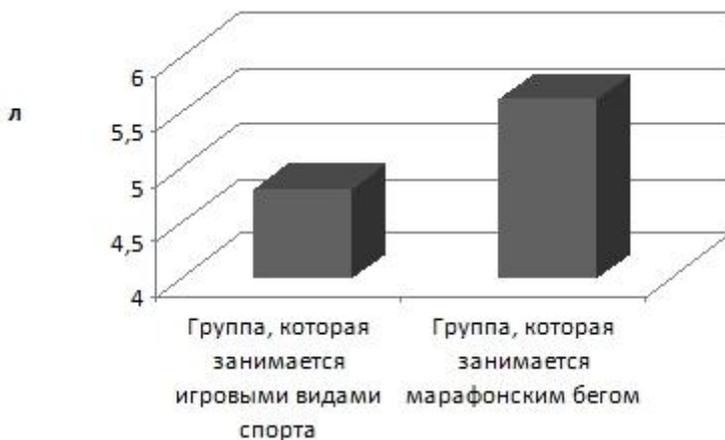


Рисунок 1. Значения ЖЕЛ у спортсменов с различными видами спортивной специализации

Увеличение ЖЕЛ, повышенная эластичность легких, увеличение диффузной способности легких — это изменения в дыхательной системе, способствующие увеличению максимального потребления кислорода, которое удовлетворяется главным образом за счет частоты дыхания [2, с. 234; 4, с. 215]. Чем выше максимальное потребление кислорода, тем большую скорость может показать спортсмен на дистанции, а также выполнить больший объем работы аэробного характера.



Рисунок 2. Значения фЖЕЛ у спортсменов с различными видами спортивной специализации

В процессе исследования у спортсменов, которые занимаются игровыми видами спорта, наблюдалась тенденция к увеличению показателя МОС 25 % от объема форсированного выдоха — $9,59 \pm 0,55$ (рис. 3.).

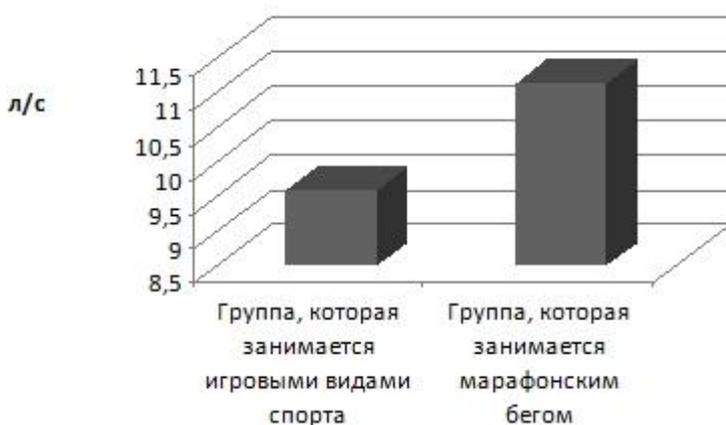


Рисунок 3. Значения МОС 25 % у спортсменов с различными видами спортивной специализации

Развитие дыхательных мышц в группе бегунов, а также снижение сопротивления движению воздуха в дыхательных путях позволяют им поддерживать большую легочную вентиляцию во время мышечной работы. Результатом этого являются достоверно более высокие значения показателей МОС 50 % и МОС 75 % в группе марафонцев, по сравнению с группой испытуемых, занимающихся игровыми видами спорта (рис. 4—5.). Это дает основания утверждать, что занятия игровыми видами спорта способствуют уменьшению степени экономизации функций внешнего дыхания [3, с. 162]. Следует также помнить, что показатель максимальной объемной скорости выдоха 50 % в наименьшей степени зависит от мышечного усилия и дает наиболее объективную оценку скорости потока воздуха через систему дыхательных путей.

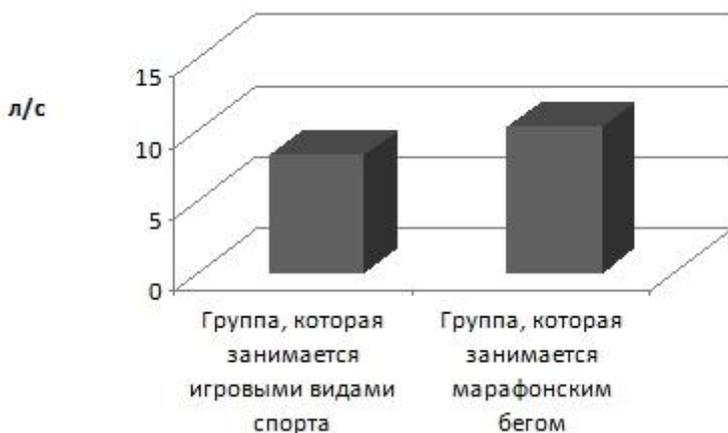


Рисунок 4. Значения MOC 50 % у спортсменов с различными видами спортивной специализации

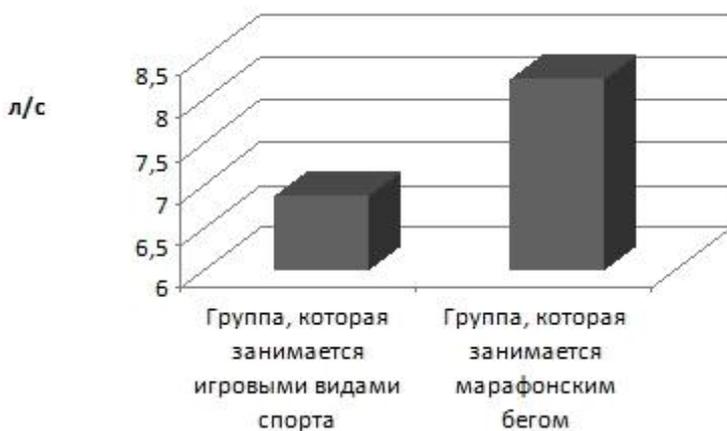


Рисунок 5. Значения MOC 75 % у спортсменов с различными видами спортивной специализации

Достоверные различия значений отмечаются и в расчетных показателях респираторной системы (индекс Тиффно) игроков и марафонцев — $43,17 \pm 2,39$ и $65,05 \pm 4,88$.

Увеличение силы и выносливости дыхательных мышц у спортсменов сопровождается большей мощностью выдоха воздуха

как на первой, так и на третьей секундах форсированного выдоха. Следует отметить нарушение регуляции дыхания, в частности, негативное влияние блуждающего нерва на тонус мелких бронхов, которое затрудняет максимально быстрый форсированный выдох у спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта [5, с. 80]. Однако регулярные физические нагрузки положительно влияют на систему организма и носят адаптивный характер.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что показатели внешнего дыхания спортсменов, занимающихся марафонским бегом, превышают средние нормативные значения у лиц, которые занимаются игровыми видами спорта. Изменения показателей внешнего дыхания спортсменов, занимающихся марафонским бегом, сопровождаются ростом его экономичности. Физические нагрузки различной интенсивности способствуют адаптации системы дыхания у испытуемых с разным уровнем спортивной специализации.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания. — М.: УДН, 1987. — 186 с.
2. Вилмор ДЖ.Х., Костил Д.Л. Физиология спорта. — К.: Олимпийская литература, 2003. — 656 с.
3. Коцан И.Я., Крамаревич Т.В. Особенности функции внешнего дыхания у молодежи постпубертатного периода онтогенеза // Физика живого. — 2008. — Т. 16, № 1. — С. 161—165.
4. Лисовский Б. Особенности внешнего дыхания у студентов с разным уровнем соматического здоровья // Вестник Львовского университета. — 2009. — № 51. — С. 212—217.
5. Лысенко С.Г., Баев О.А. Адаптация внешнего дыхания к физическим нагрузкам // Вестник Луганского национального университета имени Тараса Шевченко. — 2009. — № 2 (165). — С. 79—85.

4.5. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО *HORDEUM VULGARE* (L.) В ЦЕЛЯХ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ

Неведров Николай Петрович

аспирант, КГУ, г. Курск
E-mail: 9202635354@mail.ru

Проценко Елена Петровна

д-р с.-х. наук, профессор КГУ, г. Курск

Кузнецов Алексей Егорович

аспирант, КГУ, г. Курск
E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

Введение. С каждым годом все большую актуальность приобретает проблема повышенного содержания тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде. В связи с тем, что урбаноземы и некоторые почвы сельскохозяйственного назначения имеют повышенные содержания ТМ, остро стоит вопрос об их очистке. В Курской области одним из основных загрязнителей почв среди тяжелых металлов является цинк. Исследования последних лет показали, что содержание цинка в почвах отдельных районов г. Курска может достигать 2777 мг/кг, что в 27,7 раза превышает предельно допустимое значение [3, с. 7].

Наиболее перспективным недорогим и экологичным методом очистки почв является фитоэкстракция, основанная на поглощении растениями ТМ, находящихся в виде свободных ионов в почвенном растворе, а так же в виде обменных катионов из твердой фазы почвы [1, с. 77].

В качестве растения-ремедиатора использовалась культура ячмень обыкновенный (лат. *Hordeum vulgare*) сорта «Гонар» — травянистое растение, вид рода Ячмень (*Hordeum*) семейства Злаки (Poaceae). Однолетнее растение, являющееся не только важной сельскохозяйственной культурой, но и перспективным аккумулятором ТМ [6, с. 11].

Цель работы: изучить возможность применения ячменя обыкновенного в целях фиторемедиации загрязненных цинком почв Курской области.

Методика исследования. В ходе эксперимента растение ячмень обыкновенный выращивалось на двух типах почв Курской области: чернозем типичный (садово-огородный участок п.Духовец, Курский район) и серая лесная почва (агробиостанция КГУ), основные агрохимические свойства которых представлены в (табл. 1).

Таблица 1.

Агрохимические свойства почв

№ п/п	Тип почвы	Глубина отбора	pH _{KCl}	Гумус (по Тюрину) %	N _{ш.г.} (по Корнфилду) мг/100 гр.	Подвижные (по Чиркову) мг/100 гр.		Фоновое содержание цинка в почве мг/кг
						P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Серая лесная	0—20 см	5,3	4,21	18,4	17,8	19,7	13,0
2	Чернозем типичный	0—20 см	6,0	5,94	19,6	64,8	48,0	29,0

На данных участках, в п. Духовец и на агробиостанции КГУ, были размечены экспериментальные площадки размером 1X1 м., защитная полоса между площадками составляла 50 см. Затем проводилось искусственное загрязнение почвы экспериментальных площадок цинком (для загрязнения почв использовали ZnSO₄ X 7H₂O), соответствующее дозам 1,2,10 и 50 ПДК. В качестве контроля использовали незагрязненные цинком почвы.

По истечении трех недель с момента загрязнения почвы, на каждую экспериментальную и контрольные площадки были высажены семена ячменя обыкновенного с густотой 500 растений на м². Растения выращивались с мая по август в естественных условиях. Опыт проводился в двукратной повторности. Укос побегов происходил во время восковой спелости зерна.

Измерение массовых концентраций цинка в почвенных и растительных образцах проводилось методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА 4. Пробоподготовка и анализ проб выполнены в соответствии с методикой МУ 31-04/04

Результаты и обсуждение. На экспериментальных площадках с дозой загрязнения 50 ПДК семена всходов не дали.

Таблица 2.

Изменение биометрических показателей ячменя обыкновенного в зависимости от загрязнения почв

Тип почвы	Биометрические показатели	Доза загрязнения почвы цинком			
		Контроль	1 ПДК	2 ПДК	10 ПДК
Чернозем типичный	Абсолютно сухая масса (гр)	158	94	76,2	101,5
	Средняя длина побега (см)	48,5	44,7	50,4	45,5
Серая лесная почва	Абсолютно сухая масса (гр)	23,5	20	58	18,5
	Средняя длина побега (см)	23	32	30	21

Отмечено увеличение биомассы лишь в варианте с дозой загрязнения 2 ПДК на серой лесной почве. Во всех остальных вариантах опыта биомасса побегов ячменя обыкновенного несколько ниже, чем на контроле. Средняя длина побегов ячменя обыкновенного выращенного на серой лесной почве при дозах 1 ПДК и 2 ПДК достоверно выше, чем на контроле (табл. 2). По всей вероятности, внесенный в почву цинк вызвал стимуляцию роста побегов, так как он влияет на образование аминокислоты триптофана, предшественника ауксина — гормона роста [4, с. 282].

Таблица 3.

Зависимость содержания цинка в органах ячменя от степени загрязнения почвы

Доза загрязнения почвы	Тип почвы					
	Чернозем типичный			Серая лесная		
	Содержание Zn в корнях мг/кг	Содержание Zn в побегах мг/кг	Содержание Zn в зерне мг/кг	Содержание Zn в корнях мг/кг	Содержание Zn в побегах мг/кг	Содержание Zn в зерне мг/кг
Контроль	13,1	10	4	24	49	17
1 ПДК	40	31	17	129	161	43
2 ПДК	58	63	20	241	135	34
10 ПДК	390	121	56	429	326	134

Полученные данные показывают следующее: содержание цинка в корневой системе ячменя обыкновенного, выращенного на черноземе типичном возросло с 13,1 до 390 мг/кг (в 29,7 раза),

в надземной части с 10 до 121 мг/кг (в 12,1 раза), в зерне с 4 до 56 мг/кг (в 14 раз). При этом концентрация тяжелого металла при загрязнении почвы изменилась с 29 до 1000 мг/кг (в 34,4 раза). Динамика накопления цинка ячменем обыкновенным в серой лесной почве меняется в следующем диапазоне: в корневой системе возрастает с 24 до 429 мг/кг (в 17,8 раза), в надземной части с 49 до 326 мг/кг (в 6,7 раза), в зерне с 17 до 134 мг/кг (в 7,8 раза). Тем временем при загрязнении почвы концентрация возросла с 13 до 1000 мг/кг (в 76,9 раза). В ходе исследования установили, что количественное поглощение ТМ растениями обратно пропорционально увеличению содержания токсиканта в почве.

Также отмечено снижение миграции цинка от корневой системы к плоду, содержание в корне > в побегах > в зерне (Табл. 3). Это явление обусловлено активацией физиологических барьеров, препятствующих проникновению больших концентраций тяжелого металла в растение. Данные барьеры расположены на границе «корневая система — стебель», т. к. в корнях обнаружено наибольшее количество цинка [2, с. 97].

Таблица 4.

Биологический вынос цинка побегами ячменя обыкновенного в пересчете кг/га

Доза загрязнения	Биологический вынос (кг/га)	
	Чернозем типичный	Серая лесная почва
Контроль	0,55	0,39
1 ПДК	1,13	1,02
2 ПДК	1,58	2,45
10 ПДК	4,46	2,12

Наибольший биологический вынос цинка из почвы (4,46 кг/га) надземной частью ячменя обыкновенного отмечен в варианте эксперимента при степени загрязнения чернозема типичного 10 ПДК (табл. 4). В то время как в серой лесной почве он значительно ниже (2,12 кг/га) при таком же уровне загрязнения почвы. Данный эффект проявляется за счет более высокого показателя биомассы растений, выращенных на черноземе типичном. Этот показатель является основополагающим фактором при формировании биологического выноса растениями из почвы элемента загрязнителя [5, с. 20].

Выводы

1. Ячмень обыкновенный является перспективным растением-фиторемедиатором на загрязненных цинком серых лесных и черно-

земных почвах Курской области. Биологический вынос загрязняющего элемента из почвы варьирует от 1,02 до 4,46 кг/га.

2. Миграция цинка в звене «почва-растение» определяется его химическими свойствами, почвенными условиями и биологическими особенностями растения.

Список литературы:

1. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Фитоэкстракция тяжелых металлов из загрязненных почв // *Агрохимия*. — 2003. — № 3. — С. 77—85.
2. Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунишвили Т.А., Евстигнеева З.Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. *Ин-т биохимии им. А.Н. Баха*. — М.: Наука, 2005. — 199 с.
3. Прусаченко А.В. Экотоксикологическая оценка загрязнений тяжелыми металлами урбаноземов города Курска: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — М.: — 2011. — 19 с.
4. Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. — М.: КолосС, 2005. — 656 с.
5. Флэсс Н.А. Фиторемедиация почв, подвергшихся загрязнению в результате применения жидких органических удобрений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — М.:— 2007. — 20 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-341939.html>.
6. Яковишина Т.Ф. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук:— Днепропетровск, — 2006. — 19 с.

ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕРРИТОРИИ ВОЗЛЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Россинина Анна Анатольевна

канд. с.-х. наук, доцент СибГТУ, г. Красноярск

E-mail: anna_rossinina@mail.ru

Объект реконструкции — территория возле Органного зала — находится в районе исторической застройки г. Красноярск по ул. Декабристов, 20—22. Общая площадь территории составляет 0,34 га и представлена в настоящее время двумя зданиями, небольшой площадкой перед фасадами (с западной стороны), а так же изолированной территорией с восточной стороны зданий.

Причины реконструкции территории:

- нефункциональное использование территории объекта;
- отсутствие композиционного замысла и связи между стилистикой строений и прилегающей территории;
- отсутствие эстетической привлекательности насаждений и объекта в целом;
- наличие загущенных и неструктурированных посадок;
- отсутствие цветочного оформления.

Первое здание Римско-католического храма было построено в 1857 г. Оно было деревянным. Снаружи здание церкви было оштукатурено и выбелено известью; изнутри выкрашено белой краской, на хорах был установлен орган. К концу XIX века здание обветшало. В начале XX века прихожане церкви приняли решение построить каменное здание. 20 июля 1908 года началось строительство «каменного римско-католического храма во имя Преображения Господня». Для нового здания был выделен участок по Батальонному переулку (ныне переулок Декабристов). Архитектурный стиль здания — неоготика. Автор проекта В.А. Соколовский. В 1982 году в храме установили орган. Зал отличается хорошими акустическими данными. В настоящее время Органный зал является объектом культурного наследия РФ № 2410004000, используется филармонией и выполняет функции католического прихода.

Рядом со зданием церкви (с северной стороны) находится хорошо сохранившийся дом священника. В 90-х годах был сделан

его капитальный ремонт. В настоящее время в помещении располагается музыкальная школа (рисунок 1).

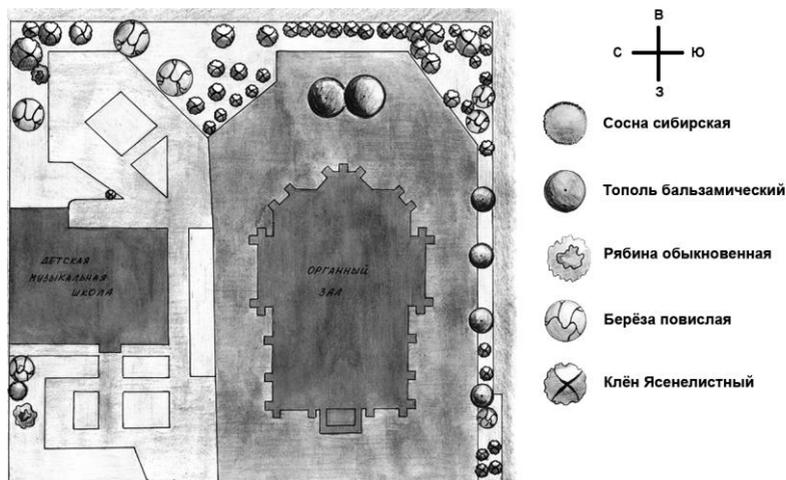


Рисунок 1. Территория объекта до реконструкции

Целью создания проекта явилась связь архитектуры зданий, их колористического и объемного решения с окружающей территорией. Основными задачами создания проекта можно считать увеличение озелененной площади и повышение ее санитарно-гигиенических характеристик, обогащение композиции природными компонентами и малыми архитектурными формами.

Вся территории разделена на входную и прогулочную зоны.

Нами было принято решение о формировании общей фасадной части объектов с помощью замены асфальтового покрытия возле музыкальной школы на брусчатое покрытие, аналогичное покрытию возле органного зала, а также периметральной посадки туи западной “Smaragd” колонновидной формой кроны. Благодаря проектированию точечной подсветки туи, в вечернее время можно добиться большего декоративного эффекта. С целью органичного вписания зданий в окружающую ситуацию планируется создание полосы газона (1 м) по их периметру.

В восточной части участка планируется создание уединенного уголка природы, гармонично сочетающегося с архитектурой строений и общей колористикой (рисунок 2).

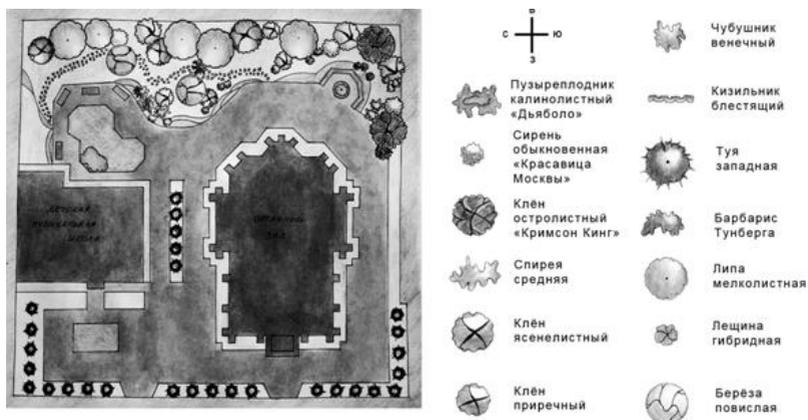


Рисунок 2. Территория объекта после реконструкции

В настоящее время с восточной стороны от органичного зала находятся посадки тополя бальзамического, который подвергся стрижке и потерял декоративность. Здесь, в юго-восточной части участка, планируется размещение круглой по форме площадки для отдыха со скамьями и водоемом. В центре водоема расположен фонтан, выполненный в виде крупного кованого растения с пальчатыми листьями, служащими для скопления воды. Следует отметить, что фонтан будет смотреться эффектно не только в действующем состоянии с текучей водой, но и со скопившимися в листьях маленькими лужицами. При проектировании этой малой архитектурной формы мы сознательно отказались от интенсивных и бурных потоков воды, так как с помощью тонких струек и капель хотели подчеркнуть камерность пространства. По периметру фонтан окружает живая изгородь из Кизильника блестящего.

В настоящее время границы территории представляют собой разрозненные посадки древесных растений: береза повислая, клен ясенелистный и др. Этот участок территории должен создавать впечатление уединенности и передавать ауру старого парка. В качестве обрамляющих посадок предлагается высадить следующие древесные виды: чубушник венечный сорт «Комсомолец», пузыреплодник калинолистный «Дьябло», сирень обыкновенная сорт «Красавица Москвы», туя западная “Smaragd”, клён остролистный сорт «Кримсон Кинг», барбарис Тунберга сорт «Пинк Квин», спирея средняя, липа мелколистная, лещина гибридная, клён приречный. При подборе растений учитывались природно-климатические условия

Средней Сибири, цветовой решение — растения нейтрального зеленого цвета в сочетании с темно-пурпурными формами и красивоцветущими кустарниками с белыми цветками. Всё это, несомненно, внесет торжественности, а также визуально придаст объема композиции. В качестве дополнения предлагается оформить передний план травянистыми растениями с разным габитусом и сроками декоративности: астильба китайская (белого, розового и красного цветов), гейхера кроваво-красная, хоста Зибольда, хоста волнистая, ясколка Биберштейна и тимьян ползучий. Представленный ассортимент подобран с учетом ярусности растений и эффекта непрерывной декоративности.

В северо-восточной части участка (за зданием музыкальной школы) предлагается разместить менее объемную, но значительную по площади посадку из травянистых растений. Как показано на плане, конфигурация объектов в этой части значительно изменена, так как существующее планировочное решение нефункционально. Цветник состоит из нескольких композиций, фоном для которых служит декоративная крошка темно-бордового цвета, газон выполняет функцию бордюра. Ассортимент растений следующий [1]: хоста Зибольда, хоста волнистая, ясколка Биберштейна, живучка ползучая, алиссум морской, тимьян ползучий, астильба китайская, иберис зонтичный, манжетка мягкая, гейхера кроваво-красная, хоста белоокаймленная, лилейник гибридный светло-розового и розового цветов, можжевельник горизонтальный «Duglasia», сосна горная «Гном», ель обыкновенная «Эхиниформис», барбарис Тунберга «Pink Queen».

Перед зданием музыкальной школы располагается регулярный цветник, состоящий из декоративно выстриженной кохии веничной сорта «Летний Кипр» и декоративной крошки двух цветов: светло-серого и темно-бордового.

Посетители органного зала и музыкальной школы смогут приятно провести время не только внутри зданий, но и прогуляться по прилегающей территории, где будет создано грамотное и продуманное озеленение и благоустройство.

Комплексный подход к созданию комфортной среды на объектах городской архитектуры позволяет создавать эстетически привлекательные ландшафтные композиции и улучшать видеоэкологию урбанизированных территорий [2, 3].

Список литературы:

1. Бочкова, Ю.И. Цветочное оформление : учеб.-методич. пособие / Ю.И. Бочкова, О.Н. Бобылева — М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. — 38 с.
2. Искусство архитектурно-ландшафтного дизайна / Г.А. Потаев [и др.]; под общ. ред. Г.А. Потаева. — Ростов н/Д : Феникс, 2008. — 217 с.
3. Сурина, М.О. Цвет и символ в искусстве, дизайне и архитектуре / М.О. Сурина. — Ростов н/Д.: издательский центр «МарТ», 2003. — 288 с.

СЕКЦИЯ 5.

ХИМИЯ

5.1. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ПЧЕЛИНОГО ПРОПОЛИСА

Погребняк Дарья Ивановна

студент магистр, *Хакасский Государственный Университет*
им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан

Бортников Сергей Валериевич

канд. хим. наук, *Хакасский Государственный Университет*
им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан
E-mail: ddasha29@rambler.ru

Флавоноиды в плане научного познания являются довольно молодым семейством, но эмпирическое знакомство человека с ними уходит в глубину веков, когда ещё не была известна их химическая природа.

Химическая структура флавоноидов имеет полифенольную природу. Интерес к природным флавоноидам связан с их выраженными антиоксидантными свойствами, для ряда флавоноидов показаны их антиаллергенные, противовоспалительные, противовирусные, антибактериальные свойства и другие типы биологической активности.

Флавоноиды — это продукты метаболизма растительных клеток. Однако в природе имеются вещества богатые фенольными соединениями, являющиеся результатом жизнедеятельности и животных организмов [1]. В частности, уникальным веществом с богатым химическим составом, которое с давних пор используется человеком в лечебных целях, является продукт пчеловодства — прополис.

Прополис — универсальное бактерицидное и бактериостатическое средство, благодаря содержанию в нём нескольких десятков

различных соединений, обладающих в той или иной степени антибактериальными свойствами. Антимикробная сила прополиса обусловлена веществами, собранными пчёлами с растений. По степени активности он часто превосходит антибиотики, действуя даже на антибиотикоустойчивые микроорганизмы [2].

Целью нашей работы является анализ общего содержания флавоноидов пчелиного прополиса. Исследованию были подвергнуты 4 образца пчелиного прополиса, собранные на территории Республики Хакасия, Новосибирской области, с. Залесово Алтайского края, г. Сочи (образцы 1, 2, 3, 4 соответственно).

В ходе работы нами были проведены качественные реакции на присутствие флавоноидов в образцах пчелиного прополиса. О содержании флавоноидов судили по интенсивности окрашивания реакционного раствора.

Чувствительность всех реакций позволила обнаружить соединения флавоноидной природы во всех образцах, что свидетельствует о достаточном их содержании для количественного анализа.

Таблица 1.

Окрашивание водных дисперсий прополиса в качественных реакциях на флавоноиды

Качественные реакции на флавоноиды				
	образец №1	образец №2	образец №3	образец №4
1. Цианидовая проба	Розовое окрашивание	Розовое окрашивание	Светло-розовое окрашивание	Розовое окрашивание
2. Борно-лимонная реакция	Ярко-желтое окрашивание	Ярко-желтое окрашивание	Ярко-желтое окрашивание	Ярко-желтое окрашивание
3. С ацетатом свинца	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Светло-желтое окрашивание
4. С треххлористой сурьмой	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Светло-желтое окрашивание
5. С аммиаком	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание	Светло-желтое окрашивание

Наличие у разных групп флавоноидов цветных качественных реакций, суть которых заключается в образовании молекулярных

комплексов полициклических фенолов с определенными красителями дает возможность широкому использованию для качественной и количественной оценки флавоноидов хроматографическим методом. Хроматографический анализ проводили всех образцов прополиса (хроматограммы № 1—4), а так же почек березы и тополя (хроматограммы № 5—6). С целью подтверждения предположения о том, что многие компоненты прополиса содержатся в смолистых веществах почек березы и тополя. На хроматограммах присутствуют от 3х до 6х зон абсорбции.

Содержания в прополисе большого количества соединений, в том числе и схожей химической природы, существенным образом затрудняет индивидуализацию и количественное определение отдельных групп, в частности флавоноидов.

Экстракция флавоноидов заключалась в многократной последовательной обработке растворителями органической и неорганической природы. Как показал эксперимент, содержание флавоноидов в изученных образцах прополиса составило 6,7, 4,3, 4,7 и 3,9 процентов.

Таблица 2.

Содержание флавоноидов в пчелином прополисе

Содержание флавоноидов, %			
образец №1	образец №2	образец №3	образец №4
6,7	4,3	4,7	3,9

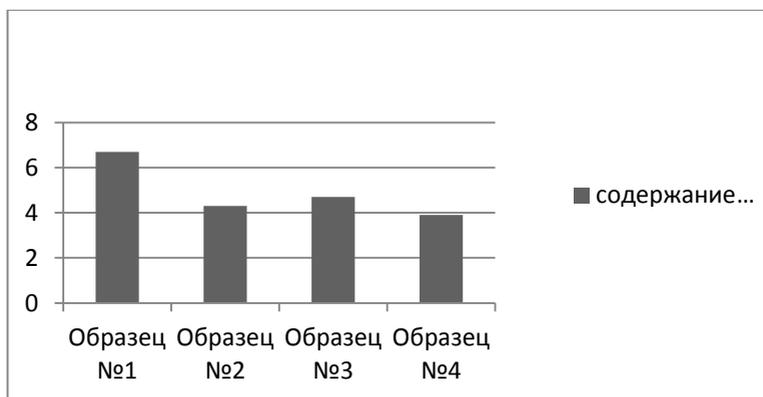


Рисунок 1. Содержание флавоноидов в пчелином прополисе

Следует отметить, что подобное содержание флавоноидов в диапазоне от 0,5 до 20 % является фармакологически пригодным. Большие количества веществ флавоноидной природы оказывают токсическое воздействие для человеческого организма.

Флавоноидный состав большинства образцов пчелиного прополиса, собранных на территории России имеет своё происхождение из смолистых веществ двух основных видов растений — тополя черного и березы повислой. В связи с этим нами были изучены спектральные характеристики флавоноидов пчелиного прополиса и экстрактов почек тополя черного и березы повислой. Для этого были получены электронные спектры спиртовых экстрактов в диапазоне от 200 до 600 нм.

Флавоноиды, являясь полициклическими, ароматическими, фенольными производными характеризуются широким спектром поглощения в видимой и УФ-области. В целом для флавоноидов характерно поглощение в области 210—600 нм.

Полученные спектры поглощения содержат две полосы: одна из них в низковолновой области (240—280 нм), другая — в более длинноволновой части (300—400 нм).

Максимумы поглощения при 245—290 нм характерны для сопряженных двойных связей в ароматическом кольце и электронным переходом в группировке атомов сопряженной гидроксильной группы. Следует отметить схожий характер полученных спектров с двумя максимумами поглощения.

Внутри каждой группы флавоноидов выявлена более «тонкая» картина зависимости положения максимумов полос поглощения от структуры соединения. Например, у ряда флавонов с одинаковым 5,7-дигидроксизамещением кольца А полоса I перемещается в более длинноволновую область по мере возрастания числа гидроксильных групп в кольце В.

Электронные спектры спиртовых экстрактов почек тополя и березы имеют схожий характер с извлечениями прополиса. Отмечается также два максимума поглощения, однако с незначительным гипсохромным смещением — полоса I при 250—280, полоса II при 305—420 нм.

Положение полос поглощения служит в некоторой степени характеристическим признаком отдельных групп флавоноидов. Так, флаваноны и флаванолы отличаются от других групп флавоноидов положением полосы II в области 270—290 нм и наличием полосы I в виде плеча при 310—330 нм. В то время как для флавонов и флаванолов специфическим признаком служит

положение полосы I в области 320—355 и 340—385 нм соответственно. Для халконов характерно положение полосы II в несколько более длинноволновой области.

В ходе данного исследования нами были обнаружены соединения флавоноидной природы, которые можно отнести к группам: флавоны, флаваноны, флавонолы и флаванололы. Хроматографический анализ извлечений также свидетельствует о присутствии основных групп полифенолов: флавонолы, флавононы и антоцианы. Количественное содержание флавоноидов составило 6,7 %, 4,3 %, 4,7 % и 3,9 %, что является средним показателем и достаточным для использования в медицинских целях. Исследования электронных спектров спиртовых извлечений прополиса показало, что во всех случаях имеется интенсивный основной максимум поглощения при длине волны 300—400 нм (флаваноны) и «плечо» при длине волны 240—280 нм (флаваноны и гидроксикоричные кислоты). Сопоставимые спектральные характеристики обнаружены и для спиртовых извлечений почек тополя и березы, что свидетельствует о прямой генетической связи в флавоноидном составе исследуемых групп веществ.

Список литературы:

1. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии. Методы химического анализа. — М.: Высшая школа, 2002. — 494 с.
2. Соловьёва, В.А. Прополис, воск, мумиё, пчелиный яд. — М.: АСТ, СПб.: Астрель — СПб, 2007 — 159 с.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЛИКОЗИЛМЕТИЛНИТРОЗОМЕТИЛМОЧЕВИН С АРИЛАМИНАМИ

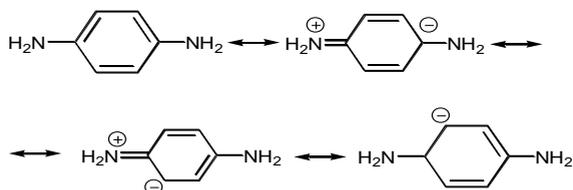
Эрназарова Бактыгул Кочкорбаевна

канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой ЖАГУ, г. Жалал-Абад

E-mail: nausa_07@mail.ru

Установлено, что N-метил-N^I-β-гликопиранозил-N-нитрозомочевины легко вступают в реакции нуклеофильного замещения при взаимодействии с ариламинами, имеющими величину рKa не ниже 3,8 [1]. Изучена также возможность образования глюкопиранозил-п-аминофенилмочевин, реакцией взаимодействия гликозилнитро-

зоалкилмочевин с п-фенилендиамином, однако, к сожалению, из-за сильного осмоления реакционной среды предполагаемый продукт реакции выделить в индивидуальном состоянии не удалось. Возможно, на наш взгляд, это связано резонансной формой п-фенилендиамина в условиях данной реакции:



В результате исследований реакции гликозилкарбамоилирования ароматических аминов получен ряд новых углеводсодержащих производных карбамидов, характеристики которых приведены в таблице 1.

Установлено, что при непродолжительном нагревании эквимолекулярных количеств реагентов в водно-спиртовых средах гликозилнитрозометилмочевины гладко вступают в реакцию конденсации с ариламинами.

Таблица 1.

Физико-химические характеристики производных гликозилмочевин

№ соедине ние	Названия соединения	Вых од	Т.пл., °С	[λ] ₂₀	Rf (элюент)	Вычислено (найдено)		
						С	Н	N
1	N-(β -D- глюкопиранозил)-п- бромфенилмочевина	60	246	-41,6 (пиридин)	0,1 (хлф- метанол)	41,39 41,07	4,54 4,75	7,73 7,90
2	N-(β -D - ксилопиранозил)-п- бромфенилмочевина	52	255	-33,9 (пиридин)	0,12 (хлф- метанол)	41,50 41,24	4,35 4,71	8,07 8,45
3	N-(β -D- галактопиранозил)-п- бромфенилмочевина	50	230	-50 (пиридин)	0,14 (хлф- метанол)	41,39 41,02	4,54 4,81	7,73 7,80

4	N-(β -D- глюкопиранозил)-п- хлорфенилмочевина	55	258	-49 (пиридин)	0,15 (хлф- метанол)	46,92 46,69	5Д5 5,09	8,42 8,85
5	N-(β -D- ксилопиранозил)-п- хлорфенилмочевина	52	250	-38 (пиридин)	0,1 (хлф- метанол)	47,61 47,35	4,99 5,33	9,25 9,40
6	N-(β -D- галактопиранозил)-п- хлорфенилмочевина	50	233	-55 (пиридин)	0,08 (хлф- метанол)	46,92 46,55	5,15 5,06	8,42 8,90
7	N-(β -D- глюкопиранозил)-2,4- дихлорфенилмочевина	60	223	-35,5 (пиридин)	0,5 (хлф- метанол)	42,52 42,20	4,39 4,35	7,63 7,80
8	N-(β -D - ксилопиранозил)-2,4- дихлорфенилмочевина	60	236	-41,6 (пиридин)	0,66 (хлф- метанол)	42,75 42,25	4,18 4,34	6,31 6,20
9	N-(β -D- галактопиранозил)-2,4- дихлорфенилмочевина	57	215	-40 (пиридин)	0,6 (хлф- метанол)	42,52 42,45	4,39 4,25	7,63 7,55

При взаимодействии N-метил-N¹- β -глюкопиранозил-N-нитрозо-мочевины с п-хлор- бром-, 2,4-дихлоранилином в кипящем водно-спиртовой среде образуются игольчатые кристаллы индивидуальных соединений.

Структура полученных соединений подтверждена спектрами ПМР, ИК и элементным анализом. А также величины оптического вращения синтезированных соединений определено. В частности, в ИК-спектре N-(β -D-глюкопиранозил)-п-бромфенилмочевины, наиболее характерны интенсивные полосы поглощения в области 3200—3400 см⁻¹ обусловленные валентным колебаниями N-H. Полосы поглощения в области 1530 и 1700 см⁻¹ относятся к колебаниям NH-(амид1) и C=O (амид 2) групп. В области 890—1150 см⁻¹ наблюдается ряд полос, относящихся к колебаниям углеводного кольца. Интенсивные полосы при 900 см⁻¹ указывают на наличие агликона β -положении углеводного кольца. Полосы при 825 см⁻¹, 500—600 см⁻¹ и 790—865 см⁻¹ можно отнести к колебаниям группы C-Cl, C-Br.

В ПМР спектрах содержатся сигналы протонов углеводного кольца в области 3,75—4,7 м.д. (протон СН резонирует при 4,7 м.д.). Протоны агликона проявляются в виде характерных мультиплетов в области 7.4—8.05 м.д. В виде уширенного синглета, принадлежащего NH-протону, связанного с фенильным кольцом, наблю-

дается при 7,4 м.д. Сигнал, принадлежащий NH-протону, связанный с β -гликопиранозным остатком, проявляется в виде дублета при $\delta=7,8$ м.д. Ацетилированные соединения представляют собой белые порошкообразные вещества, растворимые в спирте, диметилсульфоксиде и пиридине,

В ИК-спектрах наблюдается ацетильная группа в области 1200—1300 см^{-1} (ОAc). В спектрах ПМР также присутствуют синглеты групп O-Me ацетатных групп в области 2,00 м.д.

Квантово-химические расчеты приведенных соединений проводились с помощью программ кооперации полуэмпирическим методом **MNDO**. Данный метод позволяет привести полную оптимизацию геометрических параметров молекул и получить равновесные конфигурации исследуемых соединений (рис. 1.).

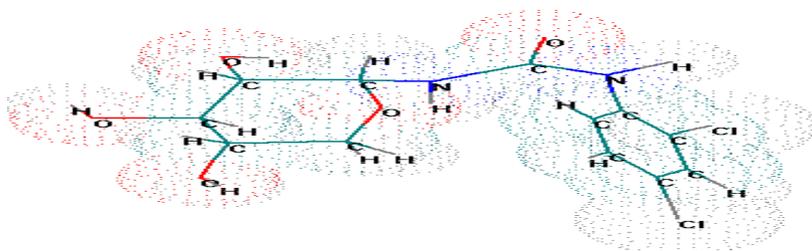


Рисунок 1. Пространственное расположение молекулы *N*-(β -D-гликопиранозил)-2,4-дихлорфенилмочевины

Согласно расчетам, оптимизация геометрических параметров молекулы *N*-(β -D-гликопиранозил)-2,4-дихлорфенилмочевины (рис. 1.) показывает, что углеводное кольцо существует в конформации 4C_1 , а дихлор (бром)фенилмочевинный фрагмент повернут относительно плоскости углеводного кольца (проходящей через атомы C_1 и C_4).

В результате расчетов были получены следующие ИРС: теплота образования (H), потенциал ионизации (I), дипольный момент (μ), энергия высших заполненных молекулярных орбиталей ($E_{\text{взмо}}$) ($E_{\text{нсмо}}$) значения зарядов (q), валентные углы и длины связи которые представлены в таблице 2,3.

Таблица 2.

**Квантово-химические индексы реакционной способности молекул
методом MNDO**

№	Структурная формула	[H] ккал/моль	μ [D] диполь	I [эВ] энергия ионизации	E _{взмо} [эВ]	E _{цсмо} [эВ]	Заряд (q)			
							N ₇	C ₈	N ₉	O ₁₆
1.	N-(β-D- глюкопиранозил) п- хлорфенилмочевина	- 106211,0 2	2,309	-9,54	-9,54	- 0,410	- 0,39 2	0,46 5	- 0,31 6	- 0,38 2
2.	N-(β-D- галактопиранозил) п- хлорфенилмочевина	- 106213,7 3	2,893	-9,132	- 9,132	- 0,252 5	- 0,38 8	0,45 9	- 0,32 7	- 0,37 3
3.	N-(β-D- ксилопиранозил) п- хлорфенилмочевина	-95173,41	3,542	-9,859	- 9,859	- 0,479 2	- 0,40 8	0,45 6	- 0,33 0	- 0,36 1
4.	N-(β-D- глюкопиранозил) п- бромфенилмочевина	-106049,8	2,091	-9,454	- 9,454	- 0,088 4	- 0,39 9	0,46 7	- 0,32 4	- 0,38 9
5.	N-(β-D- галактопиранозил) п- бромфенилмочевина	- 106052,7 6	2,97	-9,5196	- 9,519 6	- 0,185 7	- 0,38 8	0,45 8	- 0,32 6	- 0,37 4
6.	N-(β-D- ксилопиранозил) п- бромфенилмочевина	-95012,48	3,872	-9,830	- 9,830	- 0,704 3	- 0,40 8	0,45 6	- 0,33 3	- 0,36 1
7.	N-(β-D- глюкопиранозил) дихлорфенилмочевина	- 114061,4 5	3,19	-9,594	- 9,594	- 0,731	- 0,38 7	0,48 0	- 0,35 0	- 0,37 8
8.	N-(β-D- галактопиранозил) дихлорфенилмочевина	-114063,8	3,939	-9,601	- 9,601	- 0,587	- 0,38 8	0,47 8	- 0,35 9	- 0,36 6
9.	N-(β-D- ксилопиранозил) дихлорфенилмочевина	- 103023,4 8	4,74	-10,292	- 10,29 2	-1,18	- 0,40 3	0,46 5	- 0,34 3	- 0,35 6

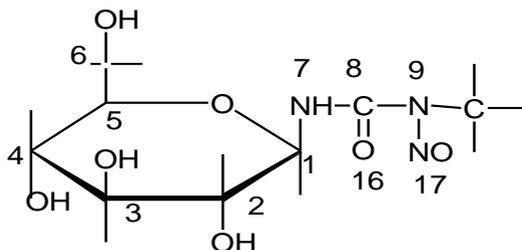
Таблица 3.

**Квантово-химические геометрические параметры молекул
методом MNDO**

№	Структурная формула	Валентные углы					Длина связи			
		CNH	CNC	NCO	OCN	NCN	CN	NC	CO	CN
1.	N-(β-D-глюкопиранозил) п-хлорфенилмочевина	114	124,12	130,8	121,2	117,86	1,47	1,42	1,23	1,42
2.	N-(β-D-галактопиранозил) п-хлорфенилмочевина	113	123,4	121,1	120,74	118,15	1,476	1,43	1,23	1,419
3.	N-(β-D-ксилопиранозил) п-хлорфенилмочевина	115,14	89,5	122,96	120,71	115,68	1,476	1,41	1,23	1,43
4.	N-(β-D-глюкопиранозил) п-бромфенилмочевина	114,34	125,38	120,49	120,64	118,86	1,469	1,418	1,232	1,419
5.	N-(β-D-галактопиранозил) п-бромфенилмочевина	112,97	123,3	121,08	120,79	118,13	1,475	1,425	1,231	1,419
6.	N-(β-D-ксилопиранозил) п-бромфенилмочевина	115,06	123,3	122,9	120,79	115,67	1,476	1,412	1,228	1,431
7.	N-(β-D-глюкопиранозил) дихлорфенилмочевина	113,25	121,37	121,94	119,74	118,12	1,435	1,231	1,402	1,417
8.	N-(β-D-галактопиранозил) дихлорфенилмочевина	112,5	121,09	122,12	119,68	118,07	1,436	1,229	1,404	1,414
9.	N-(β-D-ксилопиранозил) дихлорфенилмочевина	114,06	122,37	128,49	119,36	117,54	1,417	1,228	1,425	1,428

Анализ данных показывает, что введение нитрогруппы не оказывает существенного влияние на электронную структуру углеводного кольца, но изменяет индексы порядка связей по Вибергу C_8-N_9 и N_9-C_{10} и заметно удлиняет связь C_8-N_9 (от 1,2188 до 1,4701 Å). Выявлены наиболее вероятные центры для нуклеофильной атаки-атомы C_8 , N_{17} , C_1 несущие наибольшие отрицательные заряды. Принципиальное значение имеет вывод о существенном ослаблении связи C-N, смежной с N-алкильным заместителем, при введении N-нитрогруппы в структуру N-алкилмочевинного агликона.

Следует отметить, что в таблице приведены заряды N_7 C_8 N_9 O_{16} подлежащие обсуждению в дальнейшем, с целью выявления предполагаемого механизма реакции гликозилкарбамоилирования. В расчетах были приняты следующие обозначения:



Анализ данных таблицы 1—2 показывает, что зарядовые распределения в молекулах соединений, почти не отличаются на атомах C_8 для глюкозы и галактозы, несколько меньше для соединений, полученных на основе ксилозы. Для понимания механизмов реакции важное значение имеет вопрос о внутримолекулярном взаимодействии функциональных групп в N-нитрозоалкил-мочевинном фрагменте. Исходя из квантово-химических индексов реакционной способности, выявлены наиболее вероятные реакционные центры для нуклеофильной атаки, как следовало ожидать, эти атомы C_8 и N_9 , несущие положительный заряд (0,505 и 0435) соответственно.

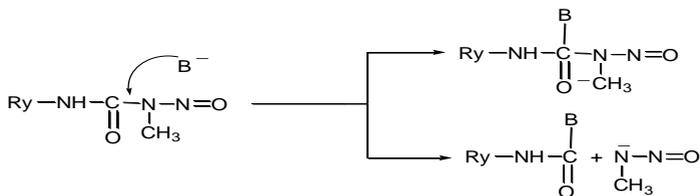
Энергии высших заполненных молекулярных орбиталей ($E_{взмо}$) пропорциональные первым потенциалом ионизации, и, в свою очередь связаны с донорной способностью молекулы. Значение потенциала ионизации представляет собой взятую с обратным знаком величину ($E_{взмо}$) (удаление электрона с соответствующей молекулярной орбиты).

Из таблицы 2 видно, что в гликозилнитрозометилмочевине (потенциал ионизации -10,560 эВ) нуклеофильная атака осуществляется преимущественно по атому C_8 . Очевидно, что чем выше значение $E_{взмо}$ тем легче отдаются электроны, и тем больше донорную способность проявляет молекула. Таким образом, чем ниже $E_{нзмо}$ (энергия низших свободных молекулярных орбиталей), тем более акцепторными свойствами обладает молекула. Следует отметить, что углеводный фрагмент моносахарида (глюкоза, галактоза и ксилоза) мало влияет на выше перечисленные физико-химические показатели (I , $E_{взмо}$, $E_{нзмо}$, ΔH), но заметный вклад оказывает на величину дипольного момента при сравнении значений μ производных глюкозы (галактозы) и ксилозы. При последующем

введении N-агликонов (хлор, бром замещенные ариламины) в исходный гликозилнитрозо-алкилмочевин, как видно из квантово-химических расчетов, нуклеофильная атака должна осуществляться по C₈. Причем, тем легче, чем больше основность N-агликонов, что подтверждается величинами зарядов по N₉.

Длины связи и валентные углы в соединениях 1—9 близки к значениям, характерным для веществ данного класса. Углеродные фрагменты во всех изученных соединениях отвечают β-форме и обладают конформацией кресла ⁴C₁.

В связи с вышеприведенными расчетами, можно обнаружить общность взаимодействия субстрат (гликозилированный карбамид) реагент (N-производные агликонов). Наличие сильного электрофильного центра в нитрозоалкилмочевинной группе (атом C₈) активизирует карбамоилирующую способность в реакциях со многими нуклеофилами. Также можно наблюдать хорошие корреляции между основностью атома N₉ и значениями энергий ВЗМО и НСМО, что подтверждает предположение о взаимодействии субстрат-реагент по следующему механизму:



Согласно схеме, нуклеофильная атака аминогруппы на карбонильный углеродный атом N-нитрозомочевинного фрагмента, имеющий наибольший эффективный положительный заряд, приводит к разрыву связи C-N, смежной с нитрозогруппой, нуклеофил присоединяется благодаря свободной электронной паре атома азота N-агликона и образуется новый интермедиат. Затем происходит стабилизация молекулы за счет внутримолекулярной перегруппировки с образованием конечного продукта.

Структуры N-нитрозоалкилмочевин с образованием внутримолекулярных эфиров карбаминовой кислоты дают основание полагать, что N-нитро-зопроизводные гликозилмочевин должны легко вступать в реакции нуклеофильного присоединения и замещения при взаимодействии с внешними нуклеофильными агентами. При этом наиболее вероятным местом нуклеофильной атаки должен быть

углеродный атом карбонильной группы N-агликона, обладающий наибольшим эффективным положительным зарядом.

Таким образом, с помощью квантово-химических индексов реакционной способности можно провести корреляцию «структура-химическая активность» синтезированных соединений, где за наиболее информативную физико-химическую характеристику ответственна основность атома азота N_9 .

Список литературы:

1. Эрназарова Б.К. Переамидирование нитрозокарбамидов сахаров: дис. кан. хим. наук. — Бишкек, 2002. — С. 75—76.

ПРИМЕНЕНИЕ LR В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ДЛЯ ТИОНИРОВАНИЕ ГЛИКОЛИЗИЛМЕТИЛМОЧЕВИН

Эрназарова Бактыгул Кочкорбаевна

*канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой ЖАГУ,
г. Жалал-Абад*

E-mail: nausa_07@mail.ru

Бакирова Аида Адилбековна

*науч. сотр., ИХ и ХТ НАН КР,
г. Бишкек*

E-mail: aida1181@mail.ru

Джаманбаев Женис Анаркулович

*д-р. хим. наук, профессор, гл. науч. сотр., ИХ и ХТ НАН КР
г. Бишкек*

Производные тиомочевинны применяются в различных областях экономики использовании их в качестве лекарственных препаратов, стимуляторов роста растений, зооцидов, родентицидов, для получения полимерных материалов и гетероциклических соединений, что определяет перспективность развития новых путей синтеза производных тиомочевин.

До настоящего времени, единственным доступным способом синтеза углеводовных производных тиомочевин является

изотиоцианатный метод разработанный в 1914 г. Э. Фишером [2] по схеме 1.

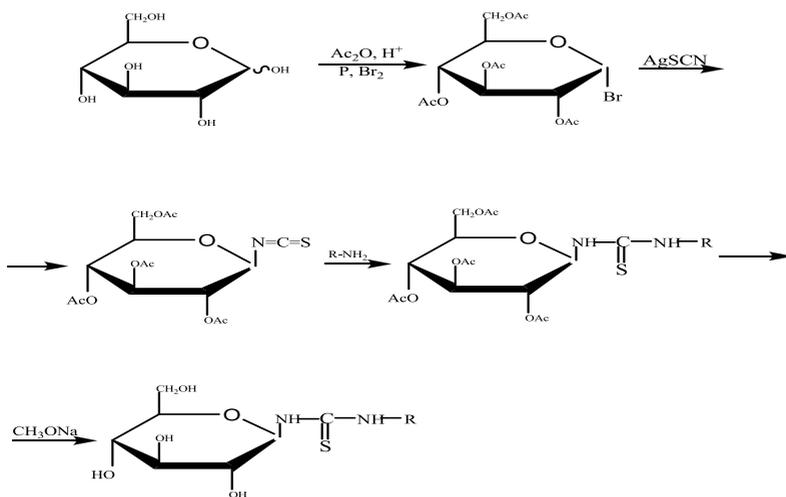


Схема 1.

Синтез гликозилтиомочевин, как правило, осуществляется по классическому методу представленному схемам 1, которая на наш взгляд имеет ряд существенных недостатков, а именно многостадийность, дорогостоящих реагентов (соли серебра), агрессивных веществ, использование дорогостоящего катализатора (двуокиси платины), ядовитых реагентов (азиды натрия, брома), дефицитного производного изотиоцианата, проведение реакции при высоком давлении, в течение длительного времени.

Учеными Кыргызстана [1] был разработан способ получения гликозилметилмочевин в условиях нуклеофильного катализа (схема 2).

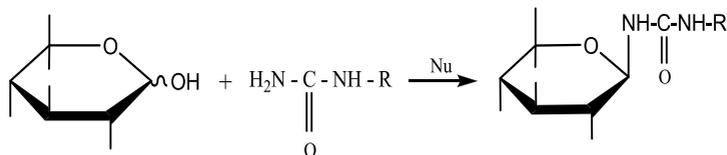


Схема 2.

Попытки применить данную реакцию к углеводным производным тиомочевин не увенчались успехом. По видимому, это связано с более высокой нуклеофильностью атома серы по сравнению с атомом азота.

В связи с этим нам представлялось интерес использовать реагент Lawesson's для превращения гликозилметилмочевин в гликозилметилтиомочевины в одну стадию.

Углеводные производные тиомочевины с применением реагента Lawesson's являются неизученными объектами. В связи с этим актуальным является изучение реакции тионирования углеводных производных мочевины с использованием реагента Lawesson (LR) с целью получения новых углеводных производных тиомочевин и расширить область их использования в медицине и народном хозяйстве.

Цель настоящей работы — разработка новый, простой и упрощенный метод синтеза гликозилметилтиомочевин с применением реагента Lawesson's на основе который, можно синтезировать ценные серосодержащие физиологически активных соединений с углеводными фрагментами.

Нами разработана новый метод получение гликозилметилтиомочевин. Предлагаемый способ относится к химии углеводов и может быть использовано для получения производных гликозилтиомочевин. Задача предлагаемого способа — упрощение и ускорение и исключение из технологического процесса высокого давления, дорогостоящей реактивы.

Сущность нового способа заключается во взаимодействии гликозилметилмочевин с 2,4-бис-(*p*-метоксифенил)-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидом (LR) при соотношении 1:1 в среде пиридина, в присутствии углекислого газа (схема 3).

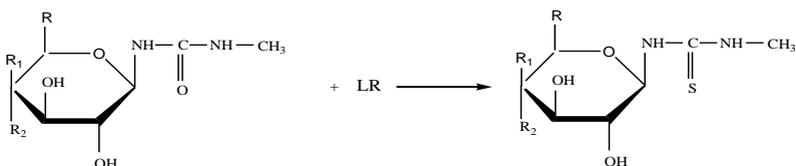


Схема 3.

где . R=H; R₁=H; R₂=OH;
 R=CH₂ OH; R₁=OH; R₂=H;
 R=CH₂ OH; R₁=H; R₂=OH

Синтезированные соединения по новому способу представляют собой кристаллические вещества, характеризующиеся химической стабильностью. Они хранятся без разложения при комнатной температуре, устойчивы в условиях ТСХ. Физико-химические характеристики продуктов приведены в табл. 1

Индивидуальность и строение целевых продуктов подтверждено методами спектроскопии ЯМР ^{13}C , ^1H , ИК-спектроскопии, а также элементным анализом. В спектрах ЯМР ^{13}C , ^1H синтезированных соединений наблюдается сигналы всех соответствующих ядер, входящих в состав полученных веществ.

В ИК-спектрах в частности N-метил-N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевины фиксируется широкая полоса в области 3550—3000 см⁻¹ характерная для валентных колебаний групп OH и NH. Полосы поглощения в области 1024, 1108 см⁻¹ относятся к валентным колебаниям углеродного кольца. Наличие сигнала при 926 см⁻¹ свидетельствует β-положения пиранозного кольца. Колебания в области 1256—1461 см⁻¹ можно отнести к валентным колебаниям группы (C=S). В области 2940 см⁻¹ относится колебаниям группы (CH₃) (табл. 2).

Таблица 1.

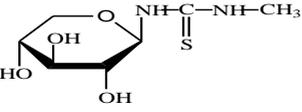
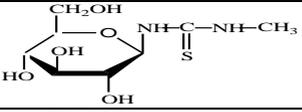
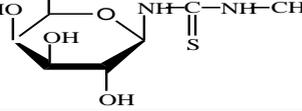
**Физико-химические характеристики
N- метил- N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевины**

№ соединения	Синтезированные соединения	Выход	Т.пл., °C	[α] ₂₀	Rf (элемент)*	Вычислено (найдено)			
						C	H	N	S
1		53	122— 125	-22	0,2	38,00 39,10	5,92 5,77	12,66 13,20	14,49 13,51
2		58,38	165— 167	-29	0,6	38,09 39,01	6,39 6,40	11,10 11,25	12,71 11,08
3		48,80	168— 170	-25	0,8	38,09 40,02	6,39 6,15	11,10 11,29	12,71 11,15

*система — ацетонитрил : этанол (3:2).

Таблица 2.

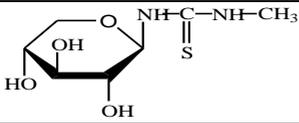
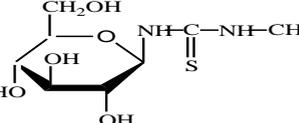
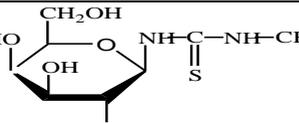
**Характеристические полосы поглощения
в ИК-спектрах N-метил- N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевины**

№	Синтезированные соединения	Колебание углеводного фрагмента, ν, см ⁻¹			Колебание агликона, ν, см ⁻¹		
		-C-O-	ОН	β-форм	N-H	C=S	CH ₃
1		1029 1145	3000 3500	955	3288	1257 1453 1508	3047
2		1024 1108	3000 3550	926	3403	1256 1461 1500	2837 2940
3		1030 1074 1144	3000 3300	949	3288	1257 1453 1508	2837 2959

Важную структурную информацию несут спектры ЯМР на ядрах ¹H. По данным спектра ПМР, структуры полученных продуктов представляют собой соединения, образованные из гликозиламидной связи, с β-расположением глюкозилметилтиомочевины. Слабополярная часть ПМР спектра содержит сигналы, которые проявляются в виде мультиплета с центром при 3,6 м.д.—3,8 м.д., соответственно принадлежащие пятому аксиальному и пятому экваториальному атому водорода углеводного кольца. Экваториальный атом водорода при C-2 проявляется в виде дублета с химическим сдвигом при 3,8 м.д. Сигнал в виде уширенного синглета принадлежащий к протонном метильной группы CH₃ наблюдается в области 2,7 м.д. В области 4,6 м.д.—4.85 м.д. относится к углеводным кольцам (табл. 3).

Таблица 3.

**Химические сдвиги протонов
N- метил- N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевины**

№	Синтезированные соединения	Химический сдвиг δ=м.д.			
		Углеводная часть		Агликоновая часть	
		СН	ОН	NH	СН ₃ (3H)
1		4,7 уш.с. 3,2—3,7 м.	4,5—4,8 уш.с. (3 ОН)	5,4 с (1Н)	2,7 уш.с. (3Н)
2		3,5 триплет 3,6—3,8 м.	4,6—4,8 уш.с (4 ОН)	5,4 с (1Н)	2,7 уш.с (3Н)
3		3,2—3,9 м.	4,6—4,7 уш.с (4 ОН)	5,4 с (1Н)	2,7 уш.с (3Н)

В спектрах ЯМР ¹³С N-метил-N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевины аномерных атомов углерода обнаруживается в области δ 76—81 м.д., что также свидетельствует в пользу β-конфигурации гликозидной связи. Сигналы в области δ 60.69 м.д. и δ 69.42 говорят о том, что глюкозидный остаток в обсуждаемых соединениях находится в пиранозной форме. Сигналы в области δ 26,28 м.д. относятся метильной группы.

Совокупность спектральных характеристик синтезированных соединений не оставляет сомнений в том, что все полученные вещества представляют собой индивидуальные соединения.

Таким образом, проведены экспериментальные исследования, которые подтверждают, что при взаимодействии N- метил- N¹-(β-D-гликопиранозил) мочевины с реагентом Lawesson (LR) при соотношении 1:1 в среде пиридина, в присутствии углекислого газа происходит образование N- метил- N¹-(β-D-гликопиранозил) тиомочевина, который преимуществом данного способа является упрощение, ускорение процесса и исключение из технологического

процесса высокого давления, дорогостоящей двуокиси платины, ядовитых азидов натрия и брома.

Экспериментальная часть

Идентификация новых соединений осуществлялась методами ТСХ на Silufof, ИК-, ^1H ЯМР-спектроскопия и элементным анализом. Спектры ^1H ЯМР получены на приборе «Tesla BS 567» с рабочей частотой по ^1H 100 МГц, в качестве внутреннего стандарта использовались ГМДС. Спектры сняты в дейтерированных растворителях — ДМСО- d_6 и $\text{Py}-d_5$.

ИК-спектры получены на спектрометре ИКС — 29 при 400—4200 cm^{-1} (КВГ в таблетках). Температуру плавления полученных соединений измеряли на микронагревательном столике Voetuis. Скорость подъема температуры на столике составляла 4°C в минуту.

Контроль за ходом реакции и чистотой синтезированных соединений осуществлялся с помощью ТСХ на пластинках «Silufof UV-254» (сорбент: силикагель), бумажной хроматографии с использованием бумаги марки FN-5 и FN-2, при использовании следующих систем: для тонкослойной хроматографии система — ацетонитрил: этанол (3:2), для бумажной хроматографии бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5). Удельное вращение определяли на сахариметре марки СУ-2 в стеклянной кювете.

Методика работы

Синтез 2,4-бис (п-метоксифенил)-1,3-дитиадифосфетан-2,4-дисульфид (LR)

В колбу снабженную обратным холодильником, хлоркальциевой трубкой помещают 3,661 г (0,114 моль) серы и 1,4 г (0,045 моль) красного фосфора и кипятят. Реакционную массу охлаждают, добавляют 12 мл (0,11 моль) анизола и кипятят. После охлаждения до комнатной температуры выпавшие кристаллы отфильтровывают и промывают абс. эфиром и бензолом. Перекристаллизовывают из абс. толуола.

Выход: 4,36 г., (47,8 %), $T_{\text{пл}}=228—229^{\circ}\text{C}$.

ИК-спектр (KBr , ν , cm^{-1}): 689 (P=S), 615 (P=C), 1022, 1095, 1180 (R-O-CH_3), 1267, 1294, 1308, 1458, 1493, 1592 (аром.).

$\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_2\text{P}_2\text{S}_4$ 404,475 **Найдены %:** C-41,95; H-3,78; P-15,1; S-32,0.

Вычислено %: C-41,57; H-3,49; P-15,32; S-31,71.

Синтез N-метил-N¹-(β-D-ксилопиранозил)тиомочевины.

В колбу помещают 0,05 г (0,2 ммоль) N-метил-N¹-(β-D-ксилопиранозил) мочевины, 0,1 г (0,24 ммоль) 2,4-бис (п-метоксифенил)-1,3-дитиадифосфетан-2,4-дисульфида (LR) и 3 мл абс. пиридина. Колбу

наполняют сухим углекислым газом и кипятят с обратным холодильником и хлоркальциевой трубкой в течение 45 мин. Раствор упаривают под вакуумом при температуре бани 50—60⁰С досуха. К остатку добавляют 3 мл дист. воды и кипятят с обратным холодильником в течение пяти минут. Раствор отфильтровывают и фильтрат упаривают. Остаток перекристаллизовывают из смеси (спирт:бензол). Выпавшие кристаллы отфильтровывают и высушивают на воздухе. **Выход:** 0,0265 г., (53,00 %).

N-метил-N¹-(β-D-галактопиранозил)тиомочевины и N-метил-N¹-(β-D-глюкопиранозил)тиомочевины синтезируют аналогично.

Список литературы:

1. Афанасьев В.А., Джаманбаев Ж.А., Синтез гликозилмочевин на основе N-гликозида м-нитроанилина как гликозилирующего агента. Изв. АН Киргиз. ССР, 1973, 2. 64 с.
2. Fisher E. Senthere Neuer Glycoside. — Ber . 1914, Bd 47, s. 1377—1393.

5.2. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ

Смельцова Ирина Леонидовна

старший преподаватель, ННГАСУ,

г. Н. Новгород

E-mail: Irina-Smelcova@yandex.ru

Зеляев Игорь Александрович

канд. хим. наук, профессор ННГАСУ,

г. Н. Новгород

Митрофанова Светлана Валерьевна

канд. хим. наук, доцент ННГАСУ,

г. Н. Новгород

Литературные данные о распаде аминокислот не многочисленны. По данным работы [3] основными продуктами при термической деструкции являются CO_2 , CO , NH_3 и H_2O . Однако есть сведения, что при нагревании может образоваться циклический дипептид [1].

Целью настоящей работы является исследование термической стабильности алифатических аминокислот и определение продуктов реакции при термораспаде аминокислот.

В качестве объектов исследования были выбраны валин, лейцин, изолейцин и фенилаланин. Определение температуры, соответствующей началу термического разложения аминокислот проводили в статических условиях, как указано в [4]. Заметное разложение аминокислот, сопровождающееся образованием летучих продуктов, наблюдается при температурах существенно ниже температуры плавления. Так газообразные продукты разложения образуются для валина (т. пл. 315°C), лейцина (т. пл. 337°C) и изолейцина (т. пл. 288°C) при температуре 270°C и для фенилаланина — при 245°C (т. пл. 284°C).

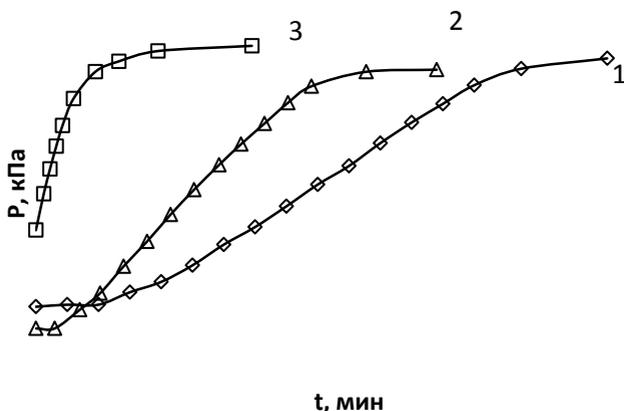
Характер изменения давления образующихся летучих продуктов разложения аминокислот, представленный в координатах давление (p) — время (t), позволяет выделить область интенсивного

газовыделения (средний участок на кривых вне индукционного периода разложения) и по нему оценить эффективные константы скорости реакции. Расчет констант скорости брутто-процесса был проведен по уравнению реакции первого порядка:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{p_{\infty} - p_0}{p_{\infty} - p_t}$$

где: p_0 и p_{∞} — начальное и конечное давление газов в области измерения интенсивного газовыделения; p_t — давление газов в момент времени t .

Под скоростью брутто-процесса подразумевается вся совокупность параллельно и последовательно протекающих элементарных реакций как на поверхности раздела твердая — газообразная фаза, так и в газовой фазе.



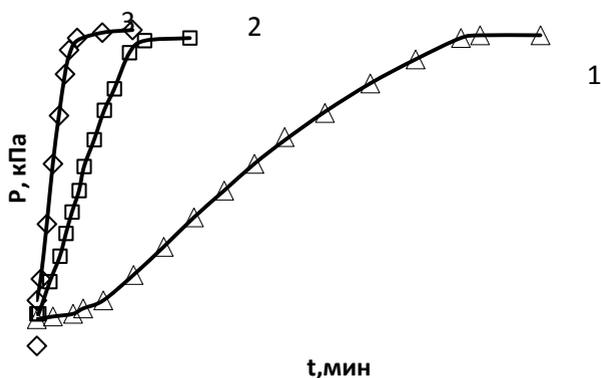
**Рисунок 1. Зависимость давление (p) — время (t) для валина:
1 — 270 °C, 2 — 285 °C, 3 — 301 °C**

На рис. 1 представлена зависимость давления продуктов распада валина от времени. Из рисунка видно, что при низких температурах наблюдается индукционный период (50 мин) и следующий этап — его разложение. При повышении температуры время индукционного

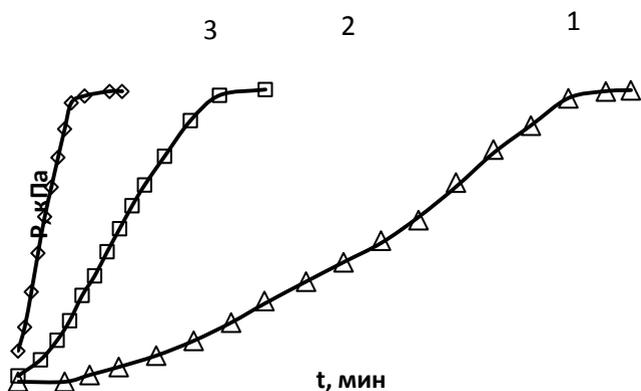
периода сокращается и при температуре 301°C — оно совпадает с временем разогрева системы. Кинетические параметры для валина приведены в табл. 1.

Основным продуктом разложения валина в газовой фазе является углекислый газ. В небольшом количестве присутствует вода и аммиак. В жидкой фазе обнаружены 2,5-пиперазиндион-3,6-бис(1-метилэтил), и N-пропиламинизобутилен.

На рисунках 2 и 3 представлена зависимость давления продуктов разложения лейцина и изолейцина соответственно.



**Рисунок 2. Зависимость давление (p) — время (t) для лейцина:
1 — 269 °C, 2 — 285 °C, 3 — 301 °C**



**Рисунок 3. Зависимость давление (p) — время (t) для изолейцина:
1 — 269 °C, 2 — 285 °C, 3 — 301 °C**

Лейцин и изолейцин являются структурными изомерами (изомерия углеродного скелета) с общей формулой $C_6H_{13}O_2N$. Характер кривых разложения отличается. У лейцина при нагревании наблюдается сублимация, что не характерно у изолейцина. Однако оба процесса термораспада имеют одинаковый индукционный период (≈ 50 мин) при низких температурах. Из табл. 1 следует, что лейцин распадается примерно в 1,5—2,5 быстрее, чем изолейцин, что вероятно связано с индукционным эффектом заместителя R, а энергетические параметры реакции близки в пределах ошибок эксперимента.

Продукты разложения лейцина и изолейцина одинаковы как в газовой, так и в жидкой фазе. Основной газообразный продукт — это CO_2 , в жидкой фазе — 2, 5 диперазидион(3,6-бис(2-метилпропил)), бутенилкетон, диметилпиперидин.

При разложении фенилаланина, как видно из рис. 4, не наблюдается индукционного периода при низких температурах, как это было у ранее рассмотренных аминокислот.

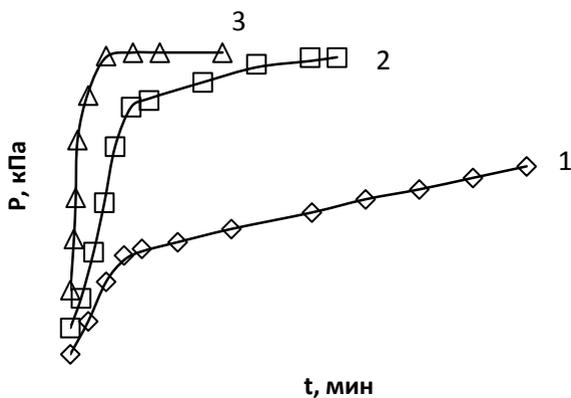


Рисунок 4. Зависимость давление (p) — время (t) для фенилаланина

Для фенилаланина газообразный продукт — CO_2 . В жидкой фазе обнаружены: фенэтиламин N-бензилиден, тетраметилпиперидон, фенэтиамин N-изопропилиден.

Зависимость констант скорости термического разложения аминокислот от температуры в координатах $\ln k - 1/T$ представлена на рис. 5. Экспериментальные точки в указанных координатах подтверждают линейный характер указанной зависимости. Значения кажущейся энергии активации и логарифмов предэкспоненциальных множителей в уравнении Аррениуса приведены в табл. 1.

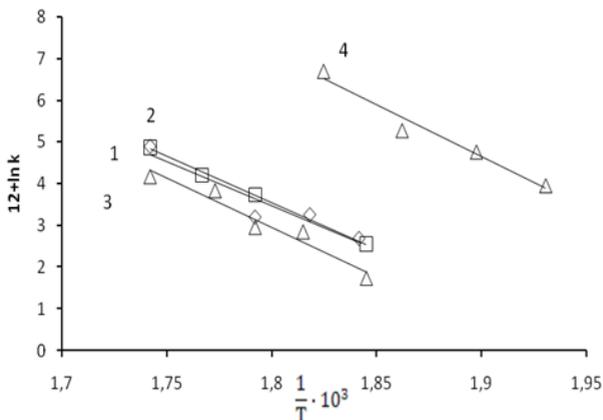


Рисунок 5. Температурная зависимость эффективных констант скорости реакции: 1 — валин, 2 — лейцин, 3 — изолейцин, 4 — фенилаланин

Таблица 1.

Кинетические параметры термического разложения аминокислот

Аминокислота	Валин	Лейцин	Изолейцин	Фенилаланин
Интервал T °C	270-301	269-301	269-301	245-275
E _A , кДж/моль	190±27	184±25	195±27	204±28
lnk ₀	32,8	31,3	33,1	39,29
T.пл, °C [5]	315	337	284	284
μ, D [2]	10,121	10,225	10,079	10,422
k(270°C) 10 ⁵ сек ⁻¹	9,0	8,44	3,75	317

При анализе конденсированной фазы продуктов разложения валина, лейцина и изолейцина найдены соответствующие циклические дипептиды, что подтверждает факт протекания реакции дегидратации. Высокое содержание CO₂ в газовой фазе говорит о реализации процесса декарбоксилирования, тем не менее амины были идентифицированы только при разложении двух аминокислот: валина (изобутиламин) и лейцина (пропиламин). Это можно объяснить высокой реакционной способностью аминов при температурах 200—300°C. Отсутствие аммиака в продуктах реакции и наличие альдиминов, таких как N-пропиламинизобутилен и фенэтиламин N-бензилен, которые не могут образовываться из аминокислот, свидетельствует о дальнейшем взаимодействии между собой продуктов реакции, в наших условиях.

Для фенилаланина не найдено соответствующих циклических дипептидов, что можно объяснить стерическим фактором. В результате исследования кинетических закономерностей и продуктов превращения алифатических аминокислот установлено, что в интервале температур 200—230⁰С образуются некоторые токсичные продукты распада, например, амиды и N-алкиламиды.

Показано, что изученные аминокислоты разлагаются при температурах ниже температуры разложения, указанных в литературе. Установление зависимости термической стабильности от энергии активации будет не верной, поскольку E_A у исследуемых аминокислот близка (в пределах ошибки). При сравнении констант скорости (табл. 1) при одной температуре (270⁰С) можно установить последовательность уменьшения константы скорости (увеличение стабильности): Ph>Val=Leu>ile. Так как различие энергии активации у Val и Leu не велико, константы скорости близки. При этом они отличаются от констант скорости других аминокислот. Близкие значения E_A для Val и ile предполагают и близкие значения констант скорости, однако константы скорости отличаются почти в 2,5 раза. Самое большое значение константы скорости наблюдается у Ph — это ароматическая аминокислота, вероятно вклад в стабильность вносит бензольное кольцо. Все эти закономерности можно объяснить индуктивным влиянием радикала у этих аминокислот. Вывод о стабильности соединений в изученном ряду, в данном случае, подтверждает и сопоставления дипольного момента этих аминокислот Ph>Leu>Val>ile.

Список литературы:

1. Артеменко А.И. Органическая химия. М: ВШ, 2003. 605 с.
2. Кондратьев М.С., Самченко А.А., Комаров В.М. и др. Некоторые аспекты структуры и конформационной лабильности природных L-аминокислот и модельных олигопептидов // Труды Междун. Конф. МКО. Пушино. 2005. Т. 3. С. 899.
3. Селифанова Е.И., Чернова Р.К., Коблова О.Е. Термогравиметрическое изучение L-аминокислот // Изв. Саратовского университета 2008. Т. 8. вып.2. Сер. Химия. Биология. Экология.
4. Яблоков В.А., Смельцова И.Л., Зеляев И.А., Митрофанова С.В. Исследование термической стабильности глицина, аланина и серина // ЖОХ. 2009. Т. 79. Вып. 8. С. 1344.
5. Якубке Х.-Д., Ешкайт Х. Аминокислоты. Пептиды. Белки. М.: Мир. 1985.382 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

24 декабря 2012 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 27.12.12. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,5. 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